

KAJIAN KINERJA MESIN DIESEL AKIBAT PENAMBAHAN OLI PENDINGIN LUAR

Adnan Surbakti^{*)}, Suhardi Napid^{**)}

^{*)}Akademi Teknologi Immanuel, ^{**)}Program Studi Teknik Mesin Fakultas teknik UISU
Adnansurbakti.atimmanuel@gmail.com, suhardi.napid@uisu.ac.id

Abstrak

Panas akibat gesekan antar komponen mesin, suatu saat akan mengalami keausan bila temperatur terlalu tinggi maka kualitas oli dapat berkurang dengan konsekuensi penyerapan panas dan pelumasannya tidak maksimal lagi dengan demikian kinerja dan daya tahan mesin menurun. Oleh karena itu, untuk mendinginkan pelumas oli digunakan oil cooler. Tujuan penelitian untuk mencegah panas berlebihan, meningkatkan kinerja mesin yang dapat menghemat penggunaan bahan bakar. Metode penelitian dilakukan dengan cara eksperimen, terlebih dahulu melakukan pengamatan melalui studi lapangan, studi literatur dan pengambilan data awal. Media dan alat ukur penelitian adalah mobil toyota, *roller dynamometer*, *pressure gauge*, *hidrolic house*, gelas ukur, stop watch, taco meter, selang dan alternator. Data hasil eksperimen dianalisa untuk mengetahui besarnya efek dan signifikansinya terhadap parameter yang diukur yakni daya mesin dan penggunaan bahan bakar. Objek penelitian adalah sebuah motor Diesel 2600 cc (mobil toyota) menggunakan oil cooler dan tanpa oil cooler dengan variabel media pendingin, putaran, penggunaan bahan bakar spesifik, daya motor. Dapat disimpulkan bahwa peningkatan daya dengan menggunakan media pendingin air 1,77 % dan coolant sebesar 2.42 % sedangkan efisiensi penggunaan bahan bakar dengan media pendingin air lebih irit 5,15 % dan coolant 3,47 %. Perolehan hasil pembakaran bahan bakar yang optimum digunakan media pendingin dengan konsekuensi menghasilkan hemat bahan bakat dan menambah daya mesin.

Kata Kunci : Kajian, Kinerja mesin, oli pendingin luar

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Salah satu penopang utama dari kerja sebuah mesin adalah oli. Oli juga menentukan unjuk kerja dan daya tahan dari mesin. Semakin baik mutu oli yang digunakan, semakin baik pula performa dan daya tahan mesin. Fungsi utama oli adalah sebagai pelumas dan pendingin. Sebagai pelumas, oli melumasi seluruh komponen bergerak di dalam mesin untuk mencegah terjadinya kontak langsung antar komponen yang terbuat dari logam. Sebagai pendingin, oli harus mampu mengurangi panas yang ditimbulkan oleh gesekan antar komponen yang bergerak pada mesin. Proses pembakaran yang terjadi di dalam dapur pacu mesin akan menimbulkan panas pada komponen-komponen dalam mesin tersebut. Ini tentu akan menyebabkan terjadinya proses keausan yang sangat cepat bila temperaturnya terlalu tinggi terus menerus maka kualitas oli dapat menurun. Ini menyebabkan penyerapan panas dan pelumasannya tidak akan maksimal lagi. Dalam penelitian ini akan diberikan piranti tambahan, yaitu, *oil cooler*. *Oil cooler* berfungsi untuk mendinginkan pelumas oli agar menjaga temperatur oli di mesin tidak terlalu panas. Di Indonesia yang beriklim panas tropis, dengan tingkat kepadatan lalu lintas yang tinggi terutama di kota-kota besar akan menyebabkan kerja mesin menjadi berat. Disamping itu, kualitas pelumas mesin dengan cepat menurun sehingga daya pelumasan berkurang. Secara sederhana, cara kerja *oil cooler external* adalah oli sebelum bekerja

untuk melumasi komponen-komponen yang bergerak didalam mesin, oli terlebih dahulu didinginkan dengan menggunakan *oil cooler external*, ini akan meningkatkan kinerja dari motor diesel tersebut. Berdasarkan informasi dari pemakai kendaraan bahwa system pelumasan yang tidak sempurna akan mengakibatkan *performance* mesin tidak sempurna/maksimal, sehingga berpengaruh terhadap faktor yang lain yang berkaitan dengan kerja mesin. Dengan penambahan *oil cooler external* pada system pelumasan diduga bahwa akan menyempurnakan kerja pelumasan dan diharapkan *performance* mesin akan lebih baik. Daya pada motor merupakan hal yang paling utama dalam oprasionalnya. Besarnya daya pada sebuah motor diesel tergantung dari beberapa pendukungnya dan salah satu diantaranya adalah sistem pendingin. Sistem pendingin dapat bekerja dengan sempurna apabila diberi piranti tambahan yaitu *oil cooler external*.

Adapun perumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana cara meningkatkan kinerja mesin Diesel
2. Seberapa besar pengaruh penggunaan *oil cooler external* terhadap daya pada mesin diesel
3. Seberapa besar pengaruh pemakaian bahan bakar spesifik terhadap penggunaan *oil cooler external*.

Berdasarkan perumusan masalah diatas maka dalam suatu mesin oli adalah salah satu

penopang utama dari kinerja suatu mesin. Oli juga menentukan *performance* dari suatu mesin. Jika temperatur oli didalam mesin terlalu tinggi maka mesin tidak akan mendapatkan kerja yang maksimum, dan oli cenderung menjadi terlalu encer, sehingga pelumasan tidak normal dan menimbulkan keausan pada bagian mesin yang bergesekan. Dengan ditambahkan *oil cooler external* pada sistem pendingin diharapkan dapat mencegah over heating sehingga kerja dari mesin dapat maximum.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Untuk mencegah terjadi over heating saat berkendara di jalan.
2. Untuk meningkatkan kerja dari motor diesel
3. Memperirit pemakaian bahan bakar

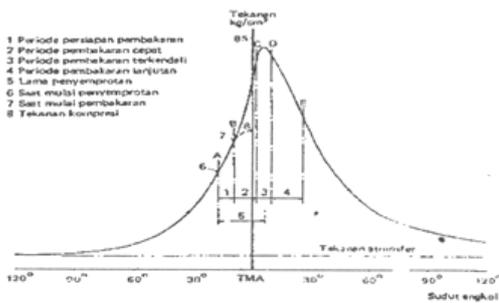
1.3 Manfaat Penelitian

1. Untuk meningkatkan performance dan daya tahan mesin
2. Menghemat biaya untuk perawatan mesin diesel

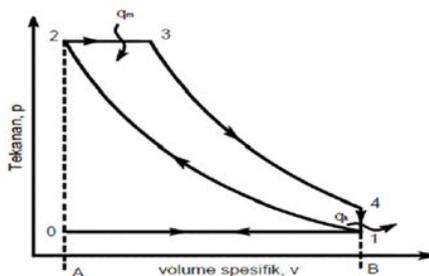
2. Landasan Teori

2.1 Langkah pembakaran dan Diagram P-V Motor Diesel

Motor diesel adalah motor bakar torak yang berbeda dengan motor bensin, proses penyalanya bukan dengan momen loncatan api listrik. Penyalan bahan bakarnya dilakukan dengan menyemprotkan bahan bakar ke dalam udara yang telah bertekanan dan bertemperatur tinggi, sebagai akibat dari proses kompresi.



Gambar 1. Langkah Pembakaran Motor Diesel



Gambar 2. Diagram P-V Motor Diesel

2.2 Fungsi Minyak Pelumas

Minyak pelumas mesin atau yang lebih

dikenal dengan nama oli memang banyak ragam dan macamnya. Bergantung pada penggunaan mesin itu sendiri yang membutuhkan oli yang tepat untuk menambah atau mengawetkan usia pakai mesin, fungsi dari pelumas adalah sebagai berikut :

1. Mengurangi gesekan
Gesekan timbul bila gerakan relative antara 2 benda yang bersentuhan. Gesekan tersebut disebabkan oleh kekasaran permukaan, Adhesi dan reaksi kimia.
2. Pendinginan
Motor bekerja menghasilkan panas, agar sifat pelumasan tetap baik maka perlu didinginkan dulu dengan ditambah oli cooler untuk menyerap panas.
3. Pembersih (agar tidak cepat aus)
Pelumas berfungsi membawa kotoran bak pelumas. Kotoran tersebut adalah :
a. Kerak, karena sebagian minyak terbakar
b. Serpihan logam yang aus
Dari bak, pelumas disaring dulu baru dipakai untuk melumasi kembali.
4. Penyekat (penahan)
Pelumas juga mencegah gas pembakaran merembes keluar. Dapat diaplikasikan dengan cara :
a. Pada mesin yang telah aus diberi pelumas lebih kental
b. Pelumasan jangan berlebih//jangan masuk ke ruang bakar.

2.3 Unjuk Kerja Motor

Unjuk kerja disuatu motor penggerak mula sangatlah diutamakan, karena dengan diketahuinya spesifikasi faktor dari daya, torsi, konsumsi bahan bakar spesifik dan efisiensi thermis dari suatu motor, maka motor tersebut dapat diberi penilaian dengan adanya perbandingan dari satu tipe motor dengan tipe yang lain. Untuk dapat melihat setiap faktor diatas lebih teliti, maka adanya peralatan dan perhitungan yang mendukung dan membantu untuk mengetahui setiap faktor diatas lebih teliti, maka adanya peratalatan dan perhitungan yang mendukung dan membantu untuk mengetahui setiap faktor dari suatu motor.

Untuk mengukur torsi dan daya dari motor menggunakan alat dinamometer. Macam-macam dari dinamometer rem air (*water brake dinamometer*), dinamometer listrik (*generator*) dan dinamometer (*rem gesek*). Pada waktu percobaan di laboratorium konversi energi menggunakan gunakan dinamometer, dimana prinsip kerjanya sama semua, yaitu poros dari rotor dihubungkan dengan poros dari motor yang akan diuji. Rotor tersebut dikopel dengan stator secara elektris, magnetis, hidrolis maupun mekanis (gesekan). Dalam satu siklus dari poros motor, titik tertentu yang berada pada diameter terluar dari rotor (jari-jari r) akan bergerak sepanjang $2.\pi.r$ melawan gaya kopel (*f*), sehingga kerja persiklus dapat

dirumuskan sebagai berikut: Di persamaan $W = 2\pi r$ yang mana W merupakan kerja yang diimbangi oleh kerja yang diakibatkan oleh momen luar sebesar $2.\pi.R.P$, sehingga dihasilkan keseimbangan momen. $r.f = P. R$, jadi satu siklus poros motor, kerja yang dilakukan $W= 2.\pi.R.P$, dan jika motor berputar dengan n rpm, maka kerja permenit yang lebih dikenal dengan daya, N dapat dinyatakan dengan : $N= 2.\pi.n.P.R$.

2.4 Daya Motor

Merupakan daya (kerja per satuan waktu) yang diberikan ke poros penggerak oleh motor yang dikenal dengan daya kuda pengereman (*brake horse power, Bhp*), maka biasanya dinyatakan dalam satuan watt atau daya kuda (HP), besar dari daya motor dapat dinyatakan dengan menggunakan persamaan

2.5 Efisiensi Termal

Efisiensi thermis didefinisikan sebagai efisiensi pemamfaatan kalor dari bahan bakar untuk diubah menjadi energy mekanis. Dimana efisiensi thermis dapat dirumuskan sebagai berikut : (modul praktikum prestasi mesin (2005,p.50).

$$n_{th} = \frac{\text{tenaga yang dihasilkan}}{\text{panas yang diberikan}} \times 100\%$$

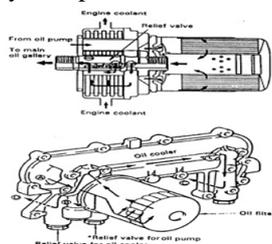
2.6 Perpindahan Kalor

Perpindahan kalor adalah perpindahan energy thermal yang disebabkan karena adanya perbedaan temperatur diantar benda atau material. Dimana perpindahan kalor terjadi dengan 3 cara, yaitu : konduksi, konveksi dan radiasi. Konduksi dengan persamaan

$$q = -k. A. \frac{\partial T}{\partial x} \quad \text{konveksi} \quad q = A. (T_s - T_i)$$

2.7 Pendingin Oli (Oil Cooler)

Pendingin oli (*oil cooler*) yang digunakan pada motor diesel adalah tipe pendingin air. *Oil cooler berfungsi* untuk mendingin oli agar kekentalannya tetap.



Gambar 3. Pendingin Oli (*Oil cooler*)

Pendingin oli (*oil cooler*) yang digunakan pada motor diesel adalah tipe pendingin air. *Oil cooler berfungsi* untuk mendingin oli agar kekentalannya tetap.

Efektivitas *oil cooler external* menyatakan seberapa jauh keefektivan oli cooler untuk mendinginkan oli atau efektivitas penurunan temperature pada *oil cooler* tersebut. (Holman, 1994,p.498).

Efektivitas *oil cooler externa* dinyatakan dengan persamaan :

$$\epsilon = \frac{Q_{aktual}}{Q_{maks}}$$

Q_{aktual} = perpindahan kalor yang nyata

Q_{maks} = perpindahan kalor maks yang mungkin

3. Metode Penelitian

Metode yang dipilih dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, dengan metode penelitian eksperimen dapat di artikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali yakni dengan menetapkan media pendingin, *oil cooler* dan menghitung daya dan konsumsi bahan bakar pada satu unit motor pribadi.

1. Mobil Toyota
2. Roller Dynamo Karnael / RDM
3. Pressure Gauge Merk Takiro, 0 – 1,6 Mpa
4. Hidrolic House Merk Mondea 360 psi
5. Gelas ukur (BBM)
6. Tacko Meter
7. Air
8. Collant

4. Hasil dan Pembahasan

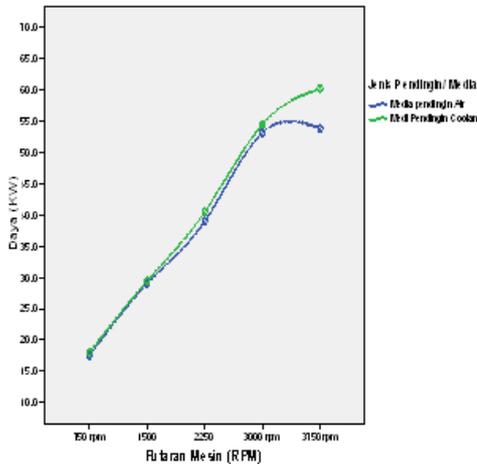
4.1 Analisa Variansi (ANOVA)

Analisa digunakan untuk mengetahui tingkat signifikan tiap – tiap factor terhadap hasil pengujian. Perhitungan ANOVA menggunakan perangkat bantu statistik minitab. Konsep perhitungan ANOVA adalah membandingkan nilai F hitung terhadap F tabel. Jika F hitung lebih besar dari F tabel dinyatakan ada hubungan yang signifikan antara perlakuan faktor terhadap hasil pengujian. Sebaliknya jika F hitung lebih kecil dari F tabel menunjukkan adanya hubungan yang tidak signifikan.

Dengan perhitungan ANOVA Pada pengujian Daya dengan Perangkat bantu SPSS dapat dilihat beberapa faktor yang berpengaruh terhadap daya dan pemakaian bahan bakar pada mesin diesel yang menggunakan *oil cooler external* maupun mesin diesel yang tidak menggunakan *oil cooler external*.

Tabel 1. ANOVA Daya Between – Subjects Factors

Putaran Mesin (RPM)	Value Label	N
1	750 rpm	6
2	1500	6
3	2250	6
4	3000 rpm	6
5	3750 rpm	6
Jenis Pendingin/ Media	1 Media pendingin Air	15
	2 Medi Pendingin Coolant	15



Gambar 4. Hubungan Antara Putaran dan Daya Pada Mesin yang tidak Memakai Oil Cooler External

Dari grafik gambar-4 dapat dilihat bahwa hubungan antara putaran mesin dan daya adalah semakin besar putaran maka semakin besar pula daya yang dihasilkan baik yang menggunakan media pendingin air maupun media pendingin collant.

Dengan menggunakan media pendingin collant maka daya yang dihasilkan lebih besar bila dibandingkan dengan media pendingin air. Dengan menggunakan media pendingin collant, daya yang dihasilkan lebih besar karena penggunaan media pendingin coolant temperatur mesin lebih stabil.

Dengan menggunakan media pendingin coolant maka daya yang berubah menjadi daya efektif menjadi lebih besar.

Persamaan matematik dari hubungan antara putaran dan daya dari grafik 4.1 diatas dapat dibuat dengan menggunakan rumus :

Jika garis x adalah putaran dan y adalah daya, dengan mengambil dua buah titik A (X₁, Y₁) dan titik B (X₂, Y₂) persamaan matematiknya adalah :

$$y = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} (X + X_1) + Y_1$$

Dengan menggunakan persamaan diatas, diambil dua buah titik dari hasil pengujian yaitu titik A (750; 18) dan B (3750; 60,25) untuk grafik hubungan antara putaran dan daya pada motor diesel tanpa menggunakan oil cooler media pendingin collant adalah :

$$Y = 0,14 (X + 750) + 18$$

$$Y = 0,14 X + 10,56 + 18$$

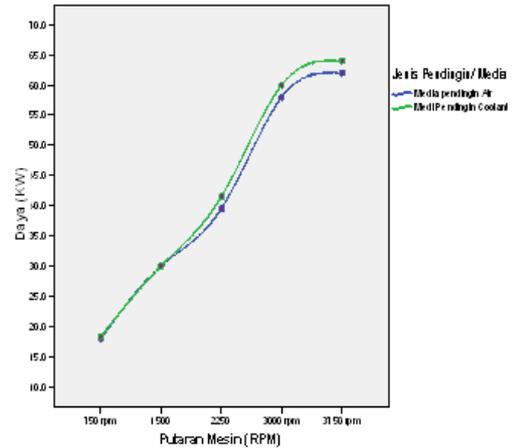
$$Y = 0,14 X + 28,56 \text{ atau } Y - 0,14 X - 28,56 = 0$$

Sedangkan persamaan matematik grafik hubungan antara putaran dan daya pada motor tanpa Die menggunakan oil cooler media pendingin air , jika diambil dua titik dari hasil pengujian yaitu titik A (750; 17,5) dan B (3750; 58,5) maka persamaan matematiknya adalah ;

$$Y = 0,13 (X + 750) + 17,5$$

$$Y = 0,13 X + 10,25 + 17,5$$

$$Y = 0,13 X + 27,75 \text{ atau } Y - 0,13 X - 27,75 = 0$$



Gambar 5. Hubungan Antara Putaran dan Daya Mesin (kW) Pada Mesin yang Memakai Oil Cooler External.

Dari Gambar-5 diatas dapat dilihat bahwa hubungan putaran dengan daya, dimana semakin besar putaran maka semakin besar pula daya yang dihasilkan baik dengan media pendingin air maupun dengan media pendingin collant. Dengan menggunakan media pendingin collant maka daya yang dihasilkan akan lebih besar, hal ini terjadi karena dengan menggunakan collant.

Dengan mengambil dua titik dari grafik hubungan antara putaran dan daya pada mesin yang menggunakan oil cooler external dapat dibuat persamaan matematiknya yaitu :

a. Media pendingin air, dengan mengambil dua titik dr hasil pengujian yaitu titik A(750; 18) dan titik B (3750; 62), maka persamaan matematiknya adalah :

$$Y = 0,01467 (X + 750) + 18$$

$$Y = 0,01467 X + 11 + 18$$

$$Y = 0,01467 X + 29 \text{ atau } Y - 0,01467 X - 29 = 0$$

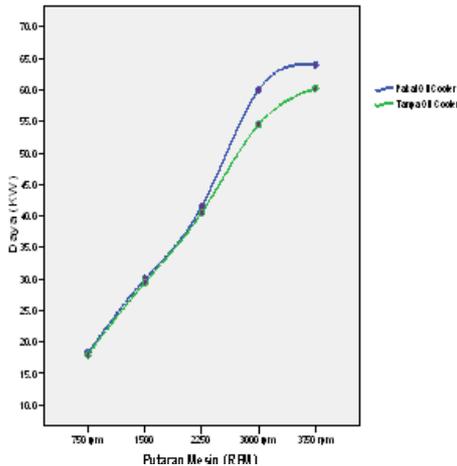
b. Media pendingin collant, dengan mengambil 2 titik pengujian yaitu titik A (750;18,5) dan titikB (3750; 64) maka persamaan matematiknya adalah :

$$Y = 0,0151 (X + 750) + 18,5$$

$$Y = 0,0151 X + 11,37 + 18,5$$

$$Y = 0,0151 X + 29,87 \text{ atau}$$

$$Y = 0,0151 X - 29,87 = 0$$



Gambar 6. Hubungan Antara Putaran Dan Daya Dengan memakai *Oil Cooler external* dan tanpa *Oil Cooler external* , Media Pendingin Air.

Dari gambar 6 diatas dapat dilihat bahwa sampai pada putaran tertentu yaitu putaran 3750 rpm, semakin tinggi putaran mesin maka daya mesin akan semakin besar, jika diteruskan sampai putaran maximum maka daya motor akan tetap, baik mesin yang menggunakan oil cooler external maupun mesin yang tidak menggunakan oil cooler external.

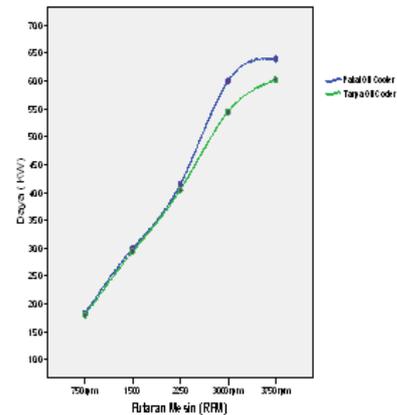
Motor diesel yang menggunakan oil cooler external dengan media pendingin air maupun collant daya nya lebih tinggi bila dibandingkan dengan motor diesel yang tidak menggunakan oil cooler, hal ini terjadi karena pada mesin diesel yang menggunakan oil cooler external kerja dari mesin lebih sempurna.

Pada mesin diesel yang menggunakan oil cooler external bahwa pelumas sebelum melumasi bagian bagian utama motor, temperatur oli dipertahankan sama dengan suhu kerja mesin (tidak over heating) dan kekentalan oli pun dapat dipertahankan sehingga dalam proses pelumasan oli dapat bekerja dengan sempurna. Panas yang berlebihan pada oli ditransfer ke air pendingin dan air pendingin didinginkan pada radiator.

Persamaan matematik dari gambar-6 diatas adalah : Motor diesel menggunakan *oil cooler external* media pendingin air :

$$Y = 0,01467 X + 29 \text{ atau } - 0,01467 X - 29 = 0$$

Motor diesel tanpa menggunakan *oil cooler external* media pendingin air.



Gambar 7. Hubungan Antara Putaran dan Daya Pada Mesin engan Media Pendingin *Coolant Radiator*

Dari gambar 7 diatas dapat dilihat bahwa perbandingan antara mesin diesel yang memakai *oil cooler external* dan mesin diesel yang tidak memakai *oil cooler external* dengan media pendingin *collant*, bahwa untuk setiap putaran, daya nya lebih besar menggunakan *oil cooler external* bila dibandingkan dengan mesin diesel yang tidak menggunakan *oil cooler external*, hal ini terjadi karena pada mesin diesel yang menggunakan *oil cooler external* sistem pelumasan bekerja dengan sempurna dan temperatur mesin tetap berada pada temperatur kerja yaitu 90 derajat Celsius.

Persamaan matematik dari gambar-7 diatas adalah memakai oil cooler external, media pendingin collant radiator

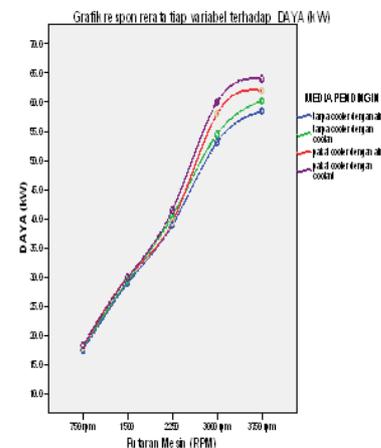
$$Y = 0,0157 X + 29,87$$

$$\text{atau } Y - 0,0157 X - 29,87 = 0$$

Tanpa memakai *oil cooler external*, media pendingin collant radiator

$$Y = 0,014 X + 28,56$$

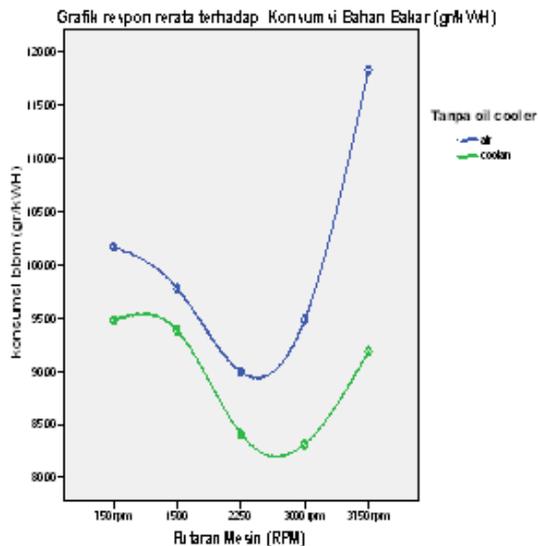
$$Y - 0,014 X - 28,56 = 0$$



Gambar 8. Hubungan Antara Putaran dan Daya Pada Mesin Diesel Menggunakan Oil Cooler External dan Tanpa Oil Cooler External Dengan media pendingin air dan collant.

Dari gambar-8 diatas dapat dilihat bahwa mesin diesel yang menggunakan *oil cooler external* dengan media pendingin collant untuk setiap putaran motor maka daya nya lebih tinggi dibandingkan dengan motor diesel yang tidak memakai *oil cooler external*.

Pada mesin diesel yang menggunakan *oil cooler external* dengan media pendingin air untuk setiap tingkat putaran motor daya lebih rendah dibandingkan dengan motor diesel yang menggunakan coolant.



Gambar 9. Hubungan antara putaran dan Konsumsi Bahan Bakar (gr/kWh) Pada mesin Tanpa Oil Cooler External

Dari gambar-9 dapat dilihat bahwa mulai dari putaran idle sampai pada putaran tertentu yaitu berkisar 2250 s/d 3000 rpm cenderung turun. Selanjutnya hingga putaran maximum pemakaian bahan bakar spesifik cenderung naik, hal ini terjadi karena pada putaran idle campuran bahan bakar adalah campuran kaya dan menuju putaran sedang campuran menjadi stoikiometri dan pada putaran tinggi campuran kembali kaya karena proses pembakaran kembali tidak normal. Hal lain yang berkaitan dengan sistem pelumasan yang menggunakan *oil cooler external* adalah temperatur mesin tetap pada temperatur kerja sehingga tidak terjadi *over heating* dan *over cooling*.

Pada mesin diesel tanpa *oil cooler external* dengan media pendingin collant pemakaian bahan bakar spesifik lebih rendah bila dibandingkan dengan media pendingin air, hal ini terjadi karena panas yang terdapat pada collant lebih mudah ditransfer daripada media pendingin air.

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan selama proses penelitian adalah

sebagai berikut:

1. Untuk setiap putaran baik dengan media pendingin *oil cooler* maupun media pendingin air dibandingkan antara mesin diesel yang menggunakan pendingin oli (*oil cooler*) maka dayanya meningkat. Dari pembahasan diatas diperoleh peningkatan daya dengan menggunakan media pendingin air 1,77% dan *collant* 2,42%.
2. Untuk setiap putaran baik dengan media pendingin *oil cooler* maupun media pendingin air dibandingkan antara mesin diesel yang menggunakan pendingin oli (*oil cooler*) maka pemakaian bahan bakar (SFC) menjadi lebih irit, dan dari pembahasan diatas diperoleh pengurangan pemakaian bahan bakar yaitu, dengan media pendingin air lebih irit 5,15% dan *collant* 3,47%.
3. Penggunaan *oil cooler* saat yang tepat bagi motor diesel dengan beban berat, agar tidak terjadi *over heating*.

Daftar Pustaka

- [1] Arismunandar, Wiranto dan Tsuda, Koichi, 1983, *Motor Diesel Putaran Tinggi*. Jakarta : Pradnya Paramita
- [2] Arismunandar, Wiranto. 1983. *Penggerak Mula Motor Bakar Torak*. Penerbit : ITB
- [3] Holman, J.P., 1994, *Perpindahan Kalor (Edisi 6)*, Jakarta : Penerbit Erlangga.
- [4] Maleev, V.L., M.E., D.R.A.M., Priambodo, Bambang, IR.,, *Operasi Dan Pemeliharaan Mesin Diesel*, Penerbit : Erlangga, Jakarta
- [5] TOYOTA, *Engine Group New Step II*, PT. TOYOTA ASTRA MOTOR Jakarta.
- [6] Wikipedia ensiklopedia bebas berbahasa Indonesia, Oli, 22/11/2009. <http://id.Wikipedia.org/wiki/oli>.
- [7] Budiyo 2004. Statistika untuk penelitian, Surakarta : Sebelas Maret University Press analisis varians annova.
- [8] Katsuo Akishino, 2000. Present and Future of Direct Injection SI Engines, Mitsubishi Motors Corporation.
- [9] Rabiman & Zainal Arifin. GRAHA ILMU, Erlangga, Sistem Bahan bakar motor diesel