ANALISIS VARIASI JUMLAH SUDU DAN CAIRAN PENDINGIN *(COOLANT)* PADA KINERJA MESIN TERHADAP EFISIENSI BAHAN BAKAR DAN PENCEGAHAN TERJADINYA *OVERHEATING*

Jaim [*], Iskendar, MS [**], Sorimuda, H[***]
Universitas Pamulang [*]
BPPT[**]
Magister Teknik Mesin Universitas Pancasila Jakarta[***]

ABSTRAK

Populasi kendaraan menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), sampai tahun 2010 mencapai 10 juta unit, populasi ini akan terus bertambah seiring menaiknya daya beli masyarakat yang tinggi. Sehingga membutuhkan energi cadangan minyak yang banyak untuk menanggulangi populasi ini. Salah satunya dengan melakukan inovasi pada proses sistem pendinginan mesin agar suhu mesin terjaga dengan baik sehingga efisiensi bahan bakar di dapatkan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh dari variasi jumlah sudu dan variasi cairan pendingin terhadap efisiensi bahan bakar dan pencegahannya terjadinya *overheating*. Berdasarkan hasil pengujian pada mesin sangat bervariatif sesuai dengan cairan dan jumlah sudunya serta putaran mesin.

Pada penelitian ini menghasilkan bahwa penggunaan sudu dengan jumlah 9 buah dapat menjaga suhu mesin dan suhu radiator dengan baik sekitar 20 % dari pada sudu aslinya yang berjumlah 6 buah yang rata - rata 85^0C pada suhu radiator, 75^0C pada suhu mesin dan konsumsi bahan bakar rata – rata sekitar 550 ml – 600ml pada waktu 10 menit. Pada sudu 9 buah temperatur mesin dan radiator terjaga, optimum dan cairan yang paling cocok adalah cairan pendingin yang mengandung zat addiktive.

Kata kunci : Jumlah sudu, Cairan pendingin, sistem pendingin mesin, konsumsi bahan bakar, efisiensi.

I. PENDAHULUAN

Kemajuan bidang teknologi mesin sekarang ini, khususnya otomotif berkembang dengan sangat pesat. Populasi ini akan terus bertambah seiring menaiknya daya beli masyarakat yang tinggi. Sehingga membutuhkan energi cadangan minyak yang banyak untuk menanggulangi populasi ini. Salah satunya dengan melakukan inovasi pada kinerja sistem pendinginan mesin agar suhu mesin terjaga dengan baik sehingga efisiensi bahan bakar di dapatkan. Sistem pendinginan pada mesin berfungsi sebagai pelindung mesin dengan cara menyerap panas. Panas mesin dihasilkan dari pembakaran bahan bakar di dalam silinder. Panas tersebut merupakan suatu hal yang sengaja diciptakan untuk menghasilkan tenaga, namun jika dibiarkan akan menimbulkan panas yang berlebihan *(over heating effect).* Panas yang berlebihan itu menjadi penyebab berubahnya sifat – sifat mekanis serta bentuk dari komponen mesin. Sifat komponen mesin bila telah berubah akan menyebabkan kinerja mesin terganggu dan mengurangi usia mesin. (Daryanto,1999). Sistem pendinginan yang biasa digunakan pada mesin ada 2 macam, yaitu :

1. Sistem Pendinginan Udara *(air cooling system)*
2. Sistem Pendinginan Air *(water cooling system)*

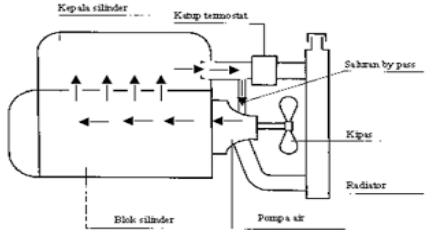
1. Sistem pendingin udara *(Air Cooling system)*

Sistem pendingin panas yang terbawa oleh udara yang mengalir melalui bagian silinder dirambatkan dan sekitarnya. Pada

sistem ini panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar dan udara didalam silinder dan ruang bakar tersebut. Untuk daerah mesin yang temperaturnya tinggi yaitu di sekitar ruang bakar diberi sirip pendingin yang lebih panjang dibanding di daerah sekitar silinder.

2. **Sistem pendingin air** ***(Water Cooling system)***

Sirkulasi jenis ini hampir sama sirkulasi jenis aliran hanya ditambahkan pompa air untuk mempercepat terjadinya sirkulasi air pendingin.



Gambar.1. *water cooling system*

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Peralatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan *engine stand* Toyota Kijang 5K berkapasitas 1500 cc.



Gambar.2.Engine Stand Kijang 5K 1500 cc

B. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen , data yang di peroleh merupakan proses pengujian pada *water pump* dengan sudu impeller yang bervariasi juga pemakaian *water coolant* yang berbeda dan proses dilakukan secara bergantian dari setiap kali pengujian sampai mesin tersebut benar – benar mesin itu dingin. Setiap satu kali pengujian dilakukan pengukuran dan seterusnya. Pengukuran dilakukan dengan mengkombinasikan tiap jumlah sudu 6, 7, 8, 9 buah dengan tiap cairan yang berbeda dan kombinasi putaran mesin antara, 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm dan 2500 rpm dengan jenis bahan bakar pertalite. Selain itu, juga dilakukan pengambilan data dengan variasi tanpa pemanasan sebagai variabel kontrol.

Penelitian ini dilakukan dengan tahap-tahap sebagai berikut:

a. Mencatat semua data original (sudu yang berjumlah 6, 7, 8, dan 9 buah) yang ada pada alat penguji tersebut, berupa suhu awal pada radiator, suhu pada mesin , konsumsi bahan bakar dan laju aliran, sampai waktu yang ditentukan 10 menit.
b. Pengumpulan informasi melalui studi pustaka berkaitan dengan Mekanika fluida, Perpindahan panas dan mengenai pompa.
c. Pengukuran data awal pompa, tekanan dan kecepatan aliran, suhu, konsumsi bahan bakar dan putaran mesin setelah melakukan penggantian jumlah sudu.
d. Analisis data dan optimasi mengacu pada data pompa air sistem pendingin dengan sudu yang bervariasi jumlahnya dan cairan pendinginnya yang sudah terpasang pada unit *water pump* dan 3 (tiga) jenis cairan yang berbeda.
e. Melakukan analisis data, perhitungan dan pengembangan dari variasi jumlah sudu / impeller terhadap aspek mekanika fluida.

Suyono (2010) pada penelitiannya yang berjudul pengaruh jumlah sirip tabung pendingin terhadap konsumsi bahan bakar pada motor diesel statisioner mengemukakan bahwa penggunaan cooling system lebih baik dari pada tanpa cooling system, di mana semakin banyak jumlah sirip tabung akan menyebabkan perubahan temperatur air (selisih) kecil bertambah

turun dari temperatur suhu pendingin mencapai 30%.

III. Kajian Pustaka

Panas mesin yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar dalam silinder, merupakan suatu hal yang sengaja diciptakan untuk menghasilkan tenaga, namun jika dibiarkan akan menimbulkan panas yang berlebihan *(overheating effect)* (Daryanto,2004)

RS. Northop (1994) menyatakan bahwa : Energi panas yang dibuang melalui emisi gas buang sebanyak 36%, hilang akibat gesekan dan memanaskan minyak pelumas sebanyak 31% dan sisanya 33% hilang diserap oleh sistem pendingin

Wiranto A & K, Tsuda (1997) , energi panas yang diserap oleh pendingin oleh pendingin yaitu sebesar 10% - 25%, sedangkan yang lainnya di ubah menjadi energi mekanik sekitar (30% - 40%), terbawa oleh gas buang sebesar ini 30% - 45%, dan 5% - 11% terbuang akibat faktor gesekan.

Impeller merupakan komponen pompa yang sangat penting peranannya. Apabila impeller mengalami kerusakan maka akan menyebabkan penurunan performa pompa atau dapat menyebabkan kerusakan. (S. Cao, G. Peng, and Z. Yu), (2005).

Jafaradeh, B. e*t al*., 2011 melakukan simulasi aliran pada pada pompa sentrifugal dengan variasi jumlah impeller 5, 6 dan 7. Dari hasil menunjukkan bahwa jumlah impeller 7 menghasilkan *coefisient head* yang paling baik.

Thoharudin, Nugroho, A. S dan Unjanto, S., 2014, *head* dan efesiensi pompa sentrifugal juga dipengaruhi oleh jumlah sudu *impeller*,sudut-sudut $ß_1$ dan $ß_2$. Dimana dengan semakin banyak jumlah sudu impeler maka semakin besar tinggi tekan (*head*) dan efisiensi. Selain itu, perubahan sudut sudu keluar impeler juga berpengaruh pada tinggi tekan dan efisiensi pompa. Dengan perubahan sudut tersebut terjadi perubahan *head* yang tidak signifikan. Akan tetapi dengan perubahan sudut tersebut berdampak cukup besar pada efisiensi. Dengan semakin kecil sudut sudu keluar impeler maka semakin besar efisiensi.

Suyanto (1989), proses pembakaran bahan bakar di dalam silinder dipengaruhi oleh temperatur, kerapatan campuran , komposisi dan turbulensi yang ada pada campuran, apabila temperatur campuran bahan bakar dengan udara naik, maka semakin mudah campuran bahan bakar dengan udara tersebut untuk terbakar.

Suyanto (1989) proses pembakaran bahan bakar di dalam silinder dipengaruhi oleh temperatur, kerapatan campuran , komposisi dan turbulensi yang ada pada campuran, apabila temperatur campuran bahan bakar dengan udara naik, maka semakin mudah campuran bahan bakar dengan udara tersebut untuk terbakar.

Cairan ini (air AC) menjadi paradigma pada bengkel – bengkel dan masyarakat kita bahwa air kondensasi AC bagus sebagai cairan pendingin pada mesin bahkan bisa membuat radiator tahan lama, karena air sisaan AC itu lebih alami dan bersih, beda dengan air mineral yang bisa menimbulkan kotoran seperti batu kecil. Jika coolant ada bahan pengawetnya sehingga jika dipakai dalam jangka waktu lama akan merusak radiator,(*Kompas Otomotif*, 2015).

Air panas masuk radiator ke *upper tank* melalui *upper hose* selanjutnya, ke *lower tank* melalui *tube* (pipa kapiler) pada radiator core sudah berupa air dingin. Air yang telah didinginkan tersebut kembali disirkulasikan kesepanjang *water jacket*. (Astra Toyota step 1, 1996).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang dihasilkan pada penelitian ini adalah kinerja sistem pendingin mesin terhadap suhu radiator, suhu mesin dan konsumsi bahan bakar dari hasil perlakuan jumlah sudu, jenis cairan dan putaran mesin yang berbeda dengan responnya adalah efisiensi dan pencegahan terjadinya *overheating.*

Dan analisis perhitungan yang dihasilkan dengan melakukan pendekatan faktorial untuk menyelidiki pengaruh sederhana, pengaruh utama jumlah sudu dan interaksi pada variasi cairan pendingin terhadap konsumsi bahan bakar, dengan berupa grafik dan analisis varian (ANAVA).

Dan pada pembahasan ini ada beberapa faktor yang dilihat dari hasil analisis dengan beberapa faktor koreksi, jumlah kuadrat dan hubungan interaksi.

Dengan data analisis ragam beserta nilai F – Tabelnya. Dengan perlakuan (acak) kombinasi cairan, jumlah sudu dan dan kombinasi putaran mesin.

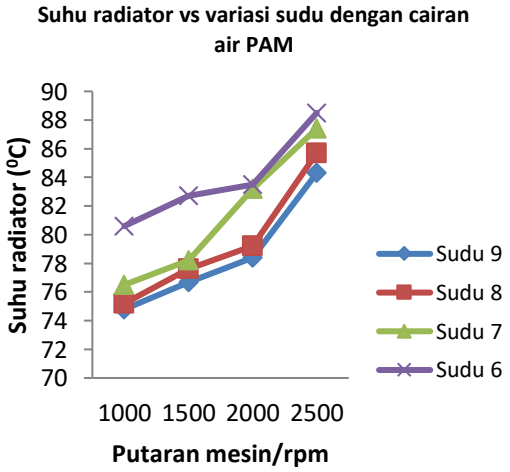
Jadi dapat dikatakan bahwa :

- Jumlah sudu mempunyai pengaruh terhadap suhu radiator
- Pengaruh dari perlakuan setiap cairan sangat nyata.
- Jumlah sudu dan jenis campuran sangat berpengaruh terhadap suhu radiator.
- Dalam perlakuan acak kombinasi cairan, jumlah sudu dan putaran mesin sangat berpengaruh terhadap suhu radiator, suhu mesin dan konsumsi bahan bakar air PAM memiliki tingkat penyerapan panas yang paling rendah pada sudu 6 dan 7 buah.
- Penyerapan air kondensasi AC memiliki nilai penyerapan panas setingkat dari air PAM atau 1,3% .
- Cairan pendingin yang mengandung ethylene glycol dan jumlah sudunya 9 buah memiliki tingkat penyerapan yang paling baik, efisensi terhadap bahan bakar dan suhu mesin dan radiator selalu stabil.

Hasil uji Nilai ($F_{interaksi} = -8.24$) < nilai $F_{0.05\ (db\ 1\ =\ 12\ )} = 1.96$, sehingga pada taraf nyata $\alpha = 5\%$ tidak terjadi pengaruh interaksi antara antara salah satu perubahan jumlah sudu dengan jenis cairan tidak nyata.

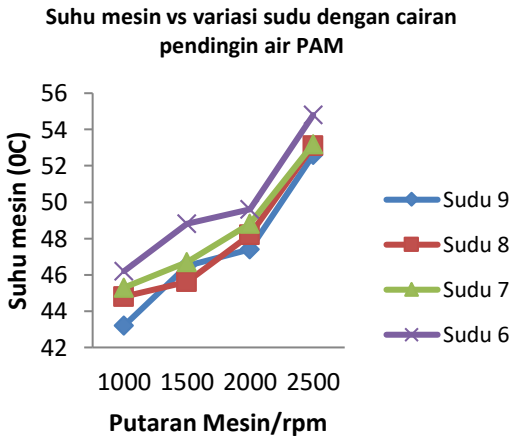
- Kita menolak Ho : $\mu_1 = \mu_2$ = pada taraf kepercayaan 95% , hal ini berarti bahwa pada taraf kepercayaan 95% ada beberapa perlakuan jumlah sudu dan cairan pendingin yang berbeda dengan yang lain, atau dengan kata lain :

a. Jumlah sudu mempunyai pengaruh terhadap konsumsi bahan bakar.
b. Pengaruh dari perlakuan setiap cairan sangat nyata.
c. Jumlah sudu dan jenis cairan sangat berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar.
d. Dalam perlakuan (acak) kombinasi cairan dan jumlah sudu mempunyai pengaruh terhadap konsumsi bahan bakar. Air PAM memiliki tingkat penggunaan bahan bakar yang paling tinggi terutama pada sudu 6 dan sudu 7, dan ada peningkatan penyerapan pada posisi sudu 8 dan 9 buah yang terlihat pada B_1, air kondensasi AC memiliki pemakaian bahan bakar tidak jauh berbeda dengan air PAM, atau perbedaan 1,3% (pada posisi sudu 8 dan 9 buah). Cairan radiator yang menggunakan ethylene glycol memiliki pemakaian bahan bakar yang bagus terutama pada sudu yang berjumlah 9 buah.
e. Hasil uji nilai ($F_{interaksi} = -9.96$) < nilai $F_{0.05\ (db\ 1\ =\ 12)\ =}$ 1.96, sehingga pada taraf nyata $\alpha = 5\%$ tidak terjadi pengaruh interaksi antara salah perubahan jumlah sudu dengan jenis cairan tertentu tidak nyata.



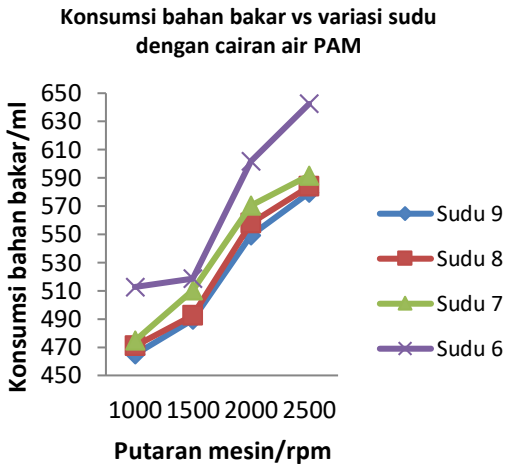
Gambar 3. Grafik variasi jumlah sudu terhadap suhu radiator dengan cairan air PAM

Pada grafik 3 menjelaskan bahwa hasil dari variasi sudu dengan jenis cairan PAM. Terlihat bahwa laju perpindahan panas pada radiator kecil terjadi pada debit 0,024 m^3/s. Dengan kemampuan penyerapan panas sebesar 16,26% (1,511 kW), pada sudu 7 sebesar 18,72 % (1,738 kW), pada sudu 8 sebesar 20,06% (1,881 kW) dan pada sudu 9 sebesar 26,75% (2,528 kW). Jadi sangat jelas bahwa perbedaan sudu sangat mempengaruhi kinerja sistem pendingin dan pada sudu 9 terlihat optimasi sudu dengan tingkat penyerapan panas yang tertinggi.



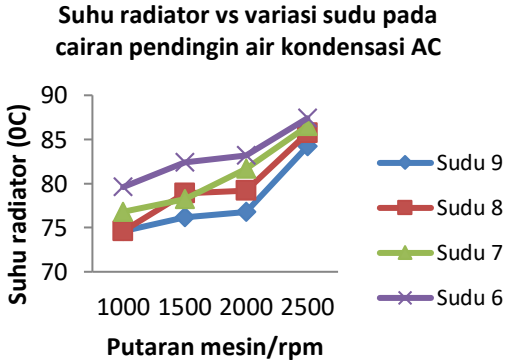
Gambar 4. Grafik variasi jumlah sudu terhadap suhu mesin dengan cairan air PAM

Pada grafik 4. dengan menggunakan jumlah sudu yang sama dengan cairan air PAM, terlihat ada kenaikan laju perpindahan panas sekitar 0,22 % pada sudu 6 , kenaikan 0,1% pada sudu 7, kenaikan 0,001% pada sudu 8 dan 0,01 pada sudu 9, terjadi peningkatan laju perpindahan panas yang sangat kecil.



Gambar 5 Grafik variasi jumlah sudu terhadap konsumsi bahn bakar dengan cairan air PAM

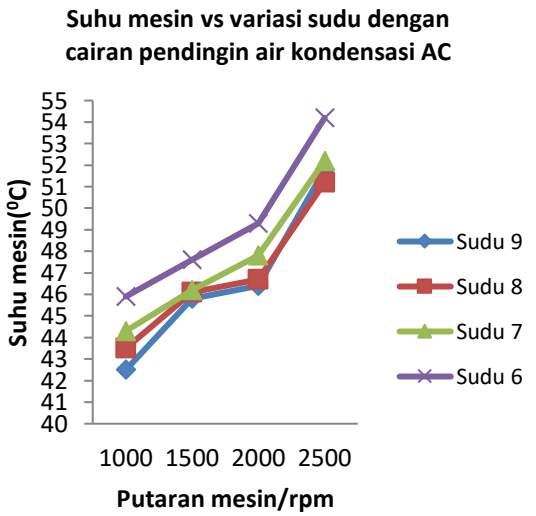
Pada gambar 5 menjelaskan bahwa tingkat konsumsi bahan bakar yang digunakan dalam pengujian ini adalah 1000 ml. Dengan jelas pada grafik bahwa pada sudu 6 menghabiskan 5,68 % atau sekitar 568 ml sekali pengujian pada sudu 7 menghabiskan 5,36 % atau sekitar 536 ml, pada sudu 8 sekitar 5,26 % atau sekitar 526 ml dan pada sudu 9 sekitar 5,20 % atau sekitar 520 ml. Jadi dapat dikatakan bahwa dalam hal konsumsi bahan bakar sudu 9 mempunyai nilai optimum.



Gambar .6 Grafik variasi jumlah sudu terhadap suhu radiator dengan cairan air kondensasi AC

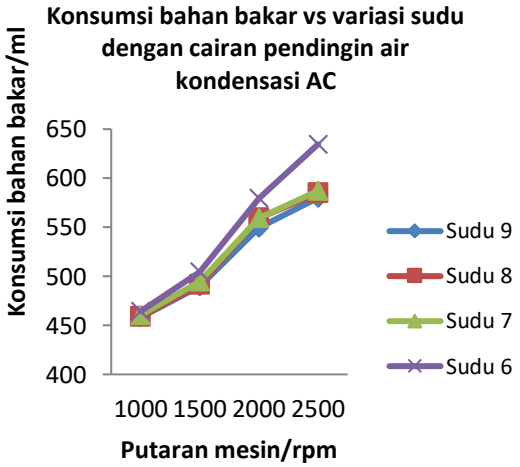
Pada grafik 6 dengan menggunakan jumlah sudu yang sama dengan cairan air Kondensasi AC, terlihat ada kenaikan laju perpindahan panas sekitar 0,6 % pada sudu 6 atau sekitar 1,532 kW , kenaikan 0,008% pada sudu 7 atau sekitar 1,738 kW,

kenaikan 0,0011% pada sudu 8 sekitar 1,881 kW dan 0,008 pada sudu 9 atau sekitar 2,528 kW, terjadi peningkatan laju perpindahan panas yang sangat kecil. Perpindahan panas yang dilepaskan paling besar dan optimum ada pada sudu 9.



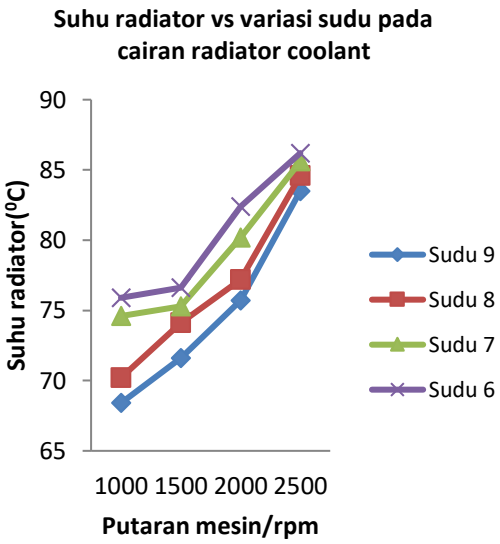
Gambar .7 Grafik variasi jumlah sudu terhadap suhu mesin dengan cairan air kondensasi AC

Pada grafik. 7 menjelaskan dengan menggunakan jumlah sudu yang sama dengan cairan air PAM, terlihat ada kenaikan laju perpindahan panas sekitar 0,22 % pada sudu 6 , kenaikan 0,1% pada sudu 7, kenaikan 0,001% pada sudu 8 dan 0,01 pada sudu 9, terjadi peningkatan laju perpindahan panas yang sangat kecil.



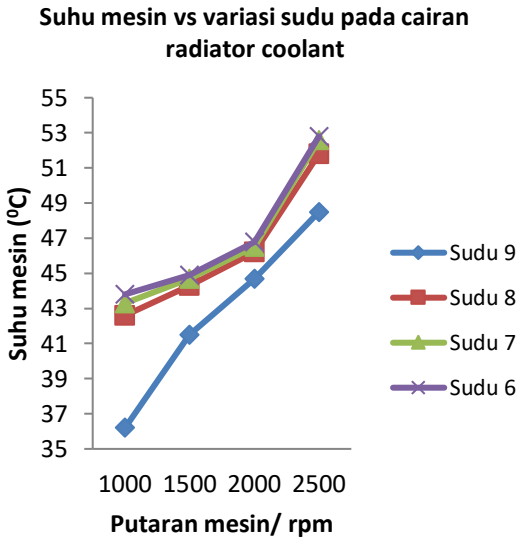
Gambar 8. Grafik konsumsi bahan bakar dengan cairan air PAM

Pada gambar 8. Dengan jelas pada grafik bahwa pada sudu 6 menghabiskan 5,43 % atau sekitar 543 ml sekali pengujian pada sudu 7 menghabiskan 5,25 % atau sekitar 525 ml, pada sudu 8 sekitar 5,23 % atau sekitar 523 ml dan pada sudu 9 sekitar 5,19 % atau sekitar 519 ml. Jadi dapat dikatakan bahwa dalam hal konsumsi bahan bakar sudu 9 mempunyai nilai optimum.



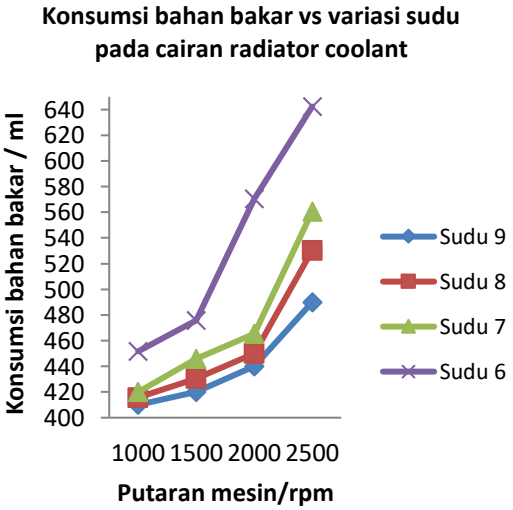
Gambar. 9 Grafik pengaruh jumlah sudu terhadap suhu radiator dengan cairan radiator coolant.

Pada grafik 9 menjelaskan penggunaan cairan radiator coolant dalam melakukan penyerapan panas dibandingkan dengan cairan yang lain. Pada sudu 6 tingkat penyerapan mencapai 1,480 kW atau sekitar 1,75%, pada sudu 7 sekitar 1,690 kW (1,72%), pada sudu 8 sekitar 2,154 kW (3,425%), pada sudu 9 menghasilkan sekitar 2,496 kW (5,15%), pengaruh jumlah sudu terhadap radiator yang menghasilkan optimum ada pada sudu 9.



Gambar.10 Grafik pengaruh jumlah sudu terhadap suhu mesin dengan cairan air radiator coolant.

Pada grafik.10 dengan menggunakan jumlah sudu yang sama dengan cairan air PAM, terlihat ada kenaikan laju perpindahan panas sekitar 1,75 % pada sudu 6 , kenaikan 1,40 % pada sudu 7, kenaikan 0,058% pada sudu 8 dan 3,83 % pada sudu 9, terjadi peningkatan laju perpindahan panas yang sangat kecil



Gambar .11 Grafik pengaruh jumlah sudu terhadap dan konsumsi bahan bakar pada cairan radiator coolant.

Pada gambar.11 Dengan jelas pada grafik bahwa pada sudu 6 menghabiskan 5,35 % atau sekitar 535 ml sekali pengujian pada sudu 7 menghabiskan 4,73 % atau sekitar 456 ml, pada sudu 8 sekitar 4,56 % atau sekitar 456 ml dan pada sudu 9 sekitar 4,40 % atau sekitar 440 ml. Jadi dapat dikatakan bahwa dalam hal konsumsi bahan bakar sudu 9 mempunyai nilai optimum.

Pada pembahasan grafik ini bahwa ada beberapa catatan penting, antara lain ;

a. Air PAM kurang bagus / kurang baik di jadikan sebagai cairan pendingin jelas terlihat pada sudu 6 dan sudu 7 buah. Pada sudu 8 dan sudu 9 buah hampir mendekati batasan standar *overheat.*
b. Air kondensasi AC yang selama ini ramai diperbincangkan sangat bagus untuk cairan pendingin radiator ternyata tidak berbeda jauh dengan air PAM hanya berbeda beberapa persen saja.

Pada cairan yang mengandung additive ini mempunyai nilai titik didih yang paling besar berpengaruh. Air PAM memiliki stabil baik pada sudu 6, sudu 7, sudu 8 dan sudu 9 buah. Juga pada cairan ini sangat berpengaruh pada sistem kinerja pendinginan. Sudu yang mempunyai nilai optimum ada pada sudu 9 aliran debit air terukur pada tiap putaran mesin berbeda, pada sudu 6 sekitar 0.24 m^3 /s, pada sudu 7 sekitar 0,28 m^3 / s, pada sudu 8 sekitar 0.31 m^3 / s dan pada sudu 9 sekitar 0.42 m^3 / s.

1. Pembahasan pemakaian bahan bakar

Pembahasan Pemakaian Bahan Bakar Grafik hasil penelitian menunjukkan bahwa pemakaian bahan bakar cenderung naik jika putaran mesin bertambah besar. Hal ini disebabkan karena semakin tingginya putaran mesin maka konsumsi bahan bakar juga bertambah. Putaran mesin yang lebih tinggi berarti jumlah putaran per menit lebih banyak dan terjadi siklus pembakaran yang lebih banyak pula. Selanjutnya proses pembakaran ini akan memerlukan bahan bakar yang lebih banyak. Hasil pengolahan data juga menunjukkan bahwa jumlah sudu

dan jenis cairan pendinginan cenderung berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar. Hal ini terlihat pada perbedaan antara variasi tanpa perubahan jumlah sudu dengan variasi jumlah sudu dan jenis cairan.

2. Pembahasan Efisiensi

Jika konsumsi bahan bakar semakin banyak maka efisiensi semakin rendah. Hal ini disebabkan karena untuk menghasilkan tenaga yang sama maka mesin membutuhkan bahan bakar yang lebih banyak. Hasil penggunaan sudu 9 dengan cairan radiator coolant memberikan efisiensi lebih besar karena konsumsi lebih sedikit untuk putaran mesin yang sama. Hasil perhitungan efisiensi thermal efektif dan efisiensi thermal indikasi menunjukkan kesesuaian dengan tingkat konsumsi bahan bakar. Konsumsi bahan bakar yang besar menjadi indikasi efisiensi yang rendah. penggunaan sudu 9 dengan radiator sekitar 0.42 m^3 / s.

penyerapan panas yang sangat rendah, air PAM kurang bagus / kurang baik di jadikan sebagai cairan pendingin. Air kondensasi AC yang selama ini ramai diperbincangkan sangat bagus untuk cairan pendingin radiator ternyata tidak berbeda jauh dengan air PAM. Cairan yang mengandung additive *(ethylene glycol)* ini mempunyai nilai titik didih yang stabil dan Sudu 9 merupakan sudu yang paling optimum dalam suhu mesin dan konsumsi bahan bakar.

3. Pembahasan Umum

Berdasarkan uraian pembahasan di atas maka variasi perubahan jumlah sudu dengan variasi jumlah sudu dan jenis cairan berpengaruh terhadap unjuk kerja mesin terlihat pada faktor konsumsi bahan bakar atau efisiensi dan kalor yang dihasilkan. penggunaan sudu 9 dengan cairan radiator coolant memiliki pengaruh paling efektif dimana penggunaan sudu 9 dengan cairan radiator coolant memiliki perambatan panas pada bahan bakar yang lebih baik dari pada variasi yang lain.Variasi dengan penggunaan sudu 9 dengan cairan radiator coolant bisa membuat konsumsi bahan bakar pada mesin lebih irit dan menghasilkan daya mesin yang lebih tinggi.

V. Kesimpulan

1. Temperatur mesin yang bekerja secara optimal pada suhu yang cukup tinggi sekitar 75^0C – 90^0C. Jika mesin bekerja pada suhu yang rendah akan membuat komponen mesin cepat mengalami kerusakan, detonasi dan membuat polusi dan boros bahan bakar.
2. Jumlah sudu berpengaruh terhadap kinerja sistem pendingin mesin, Tingkat aliran pada sudu 6 sekitar 0.24 m^3 /s, pada sudu 7 sekitar 0,28 m^3 / s, pada sudu 8 sekitar 0.31 m^3 / s dan pada sudu Dari hasil pengujian ini penulis berharap agar penelitian ini bisa diteruskan kepenelitian yang lebih spesifik dari segi kelayakan alat pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

[1] B. P. Statistik, “Jumlah kendaraan di Indonesia selalu meningkat, data Badan Pusat Statistik (BPS),” 2010.

[2] Daryanto, “‘Pemeliharaan sistem pendingin dan pelumasan mobil’ Bandung, penerbit CV Yrama Widya,” 2004.

[3] RS. Northop, “‘Servis Auto Mobil’. Pustaka Setia, Lingkar Selatan – Bandung,” 1997.

[4] “Arismunandar, Wiranto; Tsuda, Koichi ‘Motor Diesel Putaran Tinggi’, Cetakan ke delapan, Pradnya Paramita, Jakarta.,” 1997.

[5] Daryanto, “” Reparasi sistim Pendingin pada Mobil” Jakarta : PT. Rineka Cipta.,” 1994.

[6] Suhartoyo and J. Y. Prihatin, “‘Kajian Tentang Jumlah Sudu dan Jarak Kipas Pendingin Terhadap Unjuk Kerja Pendingin Radiator,’” 2015.

[7] S. Cao, G. Peng and Z. Yu, “‘Hydro

Dynamics design of roto Dynamics pump impeller for multiphase pumping by combined approach of inverse design and CFD analysis, ASME Transactions', Journal of Fluids Engineering.," 2005.

[8] Kompas Otomotif, "Cairan AC menjadi paradigma pada bengkel dan masyarakat"," 2015.

[9] Astra Motor, ""New Step 1Training Manual book ",. Jakarta PT. TOYOTA ASTRA MOTOR TRAINING CENTER.," 1995.

[10] Thoharudin and S. U. Arif Setyo Nugroho, ""Optimasi Tinggi Tekan dan Efisiensi Pompa Sentrifugal dengan Perubahan jumlah sudu Impeller dan sudu Keluar Impeller (β2) menggunakan Simulasi CFD" ISSN: 1979-911X.," 2014.

[11] suyono, "'Pengaruh jumlah sirip tabung pendingin terhadap konsumsi bahan bakar pada motor diesel stasioner', Surakarta,Universitas Surakarta.," 2010.

[12] W. Suyanto, "Teori Motor Bensin. DEPDIKBUD: Jakarta," 1989.