

# PENGARUH DIMENSI SUDU IMPELLER TERHADAP UNJUK KERJA POMPA PENDINGINAN MESIN

Budi Santoso<sup>1)</sup>, Dwi Aries Himawanto<sup>1)</sup>, Sartono Putro<sup>2)</sup>,

**Abstract:** The objectives of this research are find the effects of outlet angle variations and coolant type variations to the performance of cooling pump and the performance engine cooling system. Four different impellers with different outlet angle ( $\beta_2$ ) i.e.  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ , and  $120^\circ$  ) used in this research. This research used engine test bed with separated cooling pump. The taken datas are coolant inlet temperatur to the radiator and coolant outlet temperature from the radiator. The result of the research is a  $60^\circ$  outlet angle impeller give the best performance of cooling pump and give the best engine cooling system. The research also show that water give the best cooling service (receive 1234,35 J/s heat from engine) and the others coolant have the same ability to receive heat from engine (Top 1 = 926 J/s, Prestone = 880,057 J/s and Jumbo = 764,459 J/s)

Key Words : radiator cooling system, impeller outlet angle and collant type variations

## PENDAHULUAN

Motor bensin yang termasuk kedalam motor bakar pembakaran dalam merupakan salah satu jenis penggerak mula dengan prinsip utama kerja mengubah energi panas hasil pembakaran bahan bakar dan udara menjadi energi mekanis, dalam operasionalisasinya memerlukan sistem pendinginan untuk mendinginkan mesinnya. Hal tersebut perlu dilakukan karena temperatur gas hasil pembakaran di dalam silinder cukup tinggi dan temperatur ini terjadi secara berulang-ulang seiring dengan siklus yang terjadi di dalam motor bakar bensin tersebut, hal tersebut berakibat pada komponen-komponen mesin akan menjadi panas dan melampaui temperatur ijinnya, oleh karena itulah sistem pendinginan diperlukan.

Sistem pendinginan yang banyak digunakan di dalam motor bensin adalah pendinginan air. Dalam sistem pendinginan ini, maka sangat penting untuk mengetahui karakteristik fluida yang bertindak sebagai pendingin dan sangat penting untuk mengetahui karakteristik kerja pompa pendingin karena dua hal tersebut akan mempengaruhi unjuk kerja sistem pendinginan motor bensin secara keseluruhan.

Penelitian mengenai pengaruh variasi dimensi impeller terutama sudut sudu impeller terhadap unjuk kerja pompa sentrifugal diantaranya dilakukan oleh Siswanto (2000), Nur Kaliwanto (2001) dan Alias Mohd Noor dkk (2000) yang kesemua hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan dimensi impeller terutama sudut sudu akan mempengaruhi unjuk kerja pompa sentrifugal. Sedangkan penelitian masalah penambahan zat aditif ke dalam aliran fluida diantaranya dilakukan oleh Inaba dkk. (2000), Shou Shing Hsieh dkk. (1997), Sato dkk. (1999), yang memberikan hasil bahwa adanya penambahan zat aditif ke dalam aliran fluida dapat mengurangi gaya seret aliran dan mengurangi losses perpindahan panas. Penelitian mengenai pendinginan mesin telah dilakukan oleh Indra Mamad Gandidi (2001), Ximenes (1981), Rudi S. (1999), menunjukkan bahwa pendinginan mesin dipengaruhi banyak faktor salah satu diantaranya adalah performa pompa pendingin dan fluida yang dialirkan.

<sup>1)</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin FT – UNS Surakarta

<sup>2)</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin FT – UMS Surakarta

Namun demikian, penelitian-penelitian diatas dilakukan secara terpisah-pisah antar satu bidang dengan bidang yang lain dan tidak banyak penelitian yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh dimensi impeller pompa pendingin dan pengaruh jenis fluida pendingin dalam radiator terhadap unjuk pendinginan motor bensin. Oleh karena itulah maka tim peneliti melakukan penelitian mengetahui pengaruh dimensi impeller terutama besar sudut keluar impeller dan jenis fluida yang digunakan dalam radiator terhadap unjuk kerja sistem pendinginan motor bensin. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh sudut keluar sudu impeller dan jenis fluida pendingin yang beredar di pasaran terhadap unjuk kerja pendinginan radiator motor bensin sedangkan manfaat dari penelitian ini adalah mendapatkan satu desain impeller pompa pendingin terutama desain sudu dengan sudut keluar terbaik untuk pendinginan motor bensin serta untuk mendapatkan karakteristik pendinginan dari jenis fluida pendingin yang beredar di pasaran.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Bahan Penelitian

Penelitian dilakukan di laboratorium Motor Bakar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Adapun bahan penelitian untuk mengetahui pengaruh variasi coolant terhadap unjuk kerja pendinginan mesin terdiri dari 3 (tiga) macam merek *coolant* dan air ledeng, yaitu Prestone, Top 1 Radiator Coolant (Long Life Formula), Jumbo Long Life Formula dan air ledeng dari sistem air bersih yang ada di laboratorium Motor Bakar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

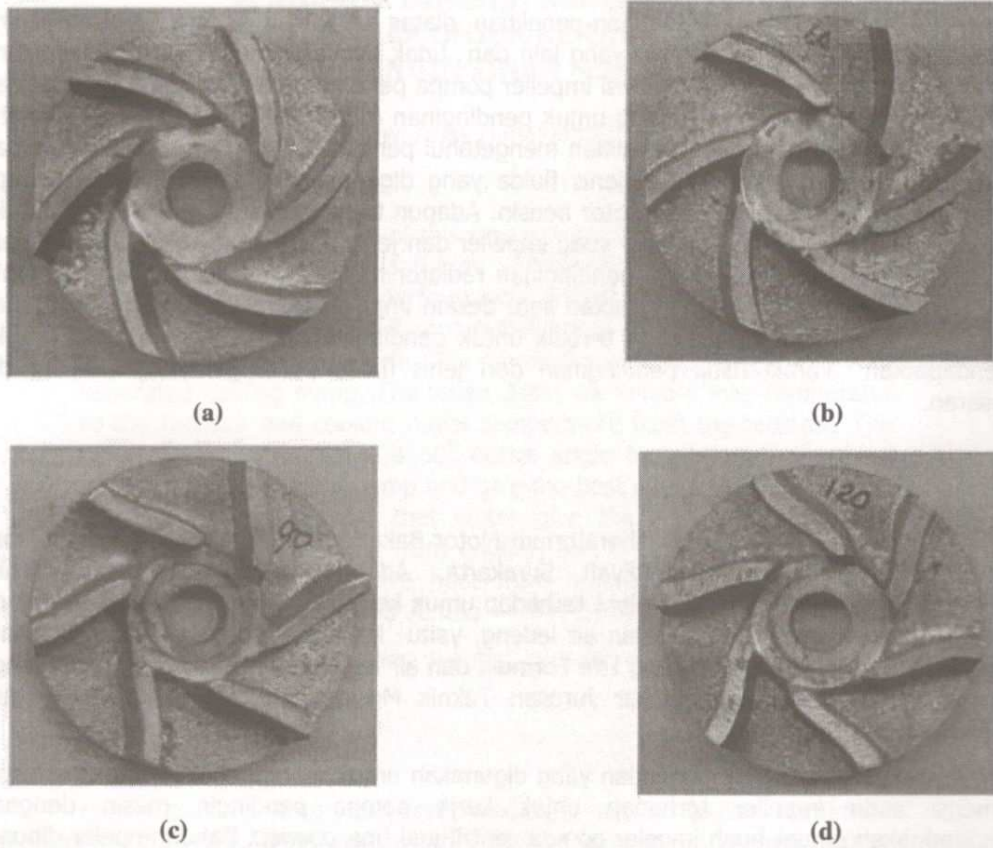
Sedangkan bahan penelitian yang digunakan untuk mengetahui pengaruh variasi dimensi sudu impeller terhadap unjuk kerja pompa pendingin mesin dengan menggunakan empat buah impeller pompa sentrifugal tipe *opened*. Bahan impeller dibuat dari bahan Aluminium. Setiap impeller memiliki sudu sebanyak 6 buah. Impeller standard, dengan ukuran sudut masuk ( $\beta_1$ ) =  $34^\circ$  dan keluar ( $\beta_2$ ) =  $44^\circ$  digunakan sebagai referensi. Sedangkan ketiga impeller yang lain didesain dengan memodifikasi sudut keluarannya ( $\beta_2$ ). Sudut masuknya ditetapkan sesuai dengan sudut masuk impeller standard,  $\beta_1 = 34^\circ$ . Sedang sudut keluar ( $\beta_2$ ) diambil sebesar  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ , dan  $120^\circ$ .

Tabel 1. Data impeler

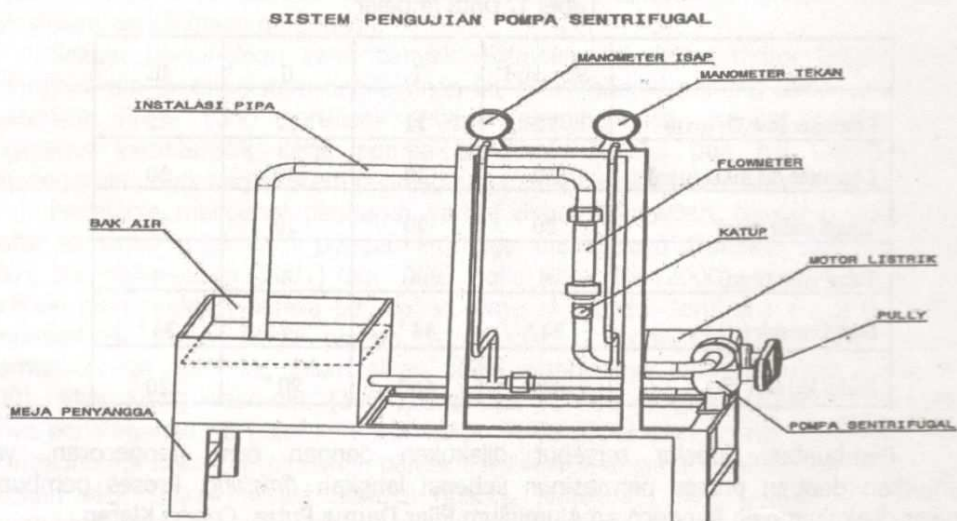
	Standard	I	II	III
Diameter luar, $D_2$ (mm)	72	72	72	72
Diameter dalam, $D_1$ (mm)	30	30	30	30
Tinggi sudu (mm)	20	20	20	20
Tebal sudu (mm)	4	4	4	4
Sudut masuk ( $\beta_1$ )	$34^\circ$	$34^\circ$	$34^\circ$	$34^\circ$
Sudut keluar ( $\beta_2$ )	$44^\circ$	$60^\circ$	$90^\circ$	$120^\circ$

Pembuatan impeler tersebut dilakukan dengan cara pengecoran, yang dilanjutkan dengan proses permesinan sebagai langkah *finishing*. Proses pembuatan impeler dilakukan oleh Pengecoran Aluminium Pilar Darma Putra, Cepur, Klaten.

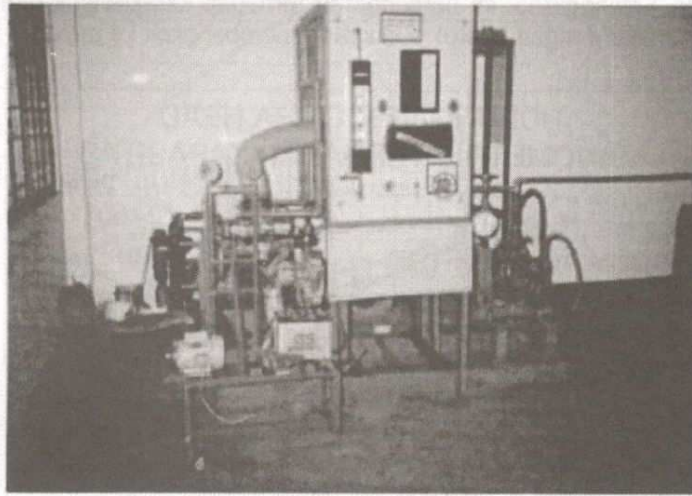
Di bawah ini adalah gambar impeler yang digunakan dalam penelitian, yaitu :



Gambar 1. Impeller yang digunakan dalam penelitian  
 a. dengan sudut keluar ( $\beta_2$ ) =  $44^\circ$       b. dengan sudut keluar ( $\beta_2$ ) =  $60^\circ$   
 c. dengan sudut keluar ( $\beta_2$ ) =  $90^\circ$       d. dengan sudut keluar ( $\beta_2$ ) =  $120^\circ$



Gambar 2. Peralatan Untuk Menguji Pengaruh Variasi Dimensi Sudu Impeller Terhadap Unjuk Kerja Pompa



Gambar 3. Instalasi Peralatan Penelitian

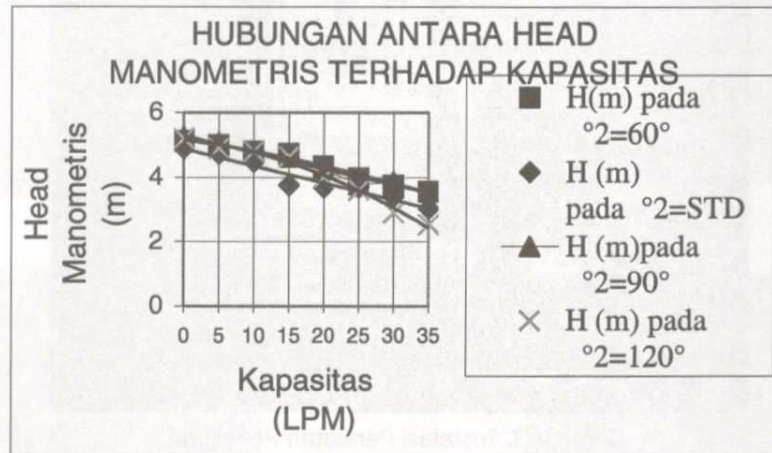
Langkah pertama penelitian ini diawali dengan pengambilan data untuk menentukan pengaruh dimensi sudut keluar sudu impeller terhadap unjuk kerja pompa sentrifugal, dengan data yang diambil adalah tekanan isap, tekanan buang, kapasitas aliran, putaran pompa serta tegangan dan arus motor listrik, adapun variasi debit dilakukan dengan cara throthling, yaitu menutup katup perlahan-lahan dari bukaan penuh hingga tertutup penuh. Kemudian dilanjutkan dengan langkah kedua yaitu penelitian untuk mengetahui pengaruh variasi sudut luar impeller terhadap unjuk kerja radiator, yang pokok prosedur kerjanya hampir sama dengan pengambilan data pertama hanya yang berbeda adalah dihubungkan dengan sistem pendingin mesin dan putaran mesin dipasang konstan pada 1500 rpm serta kapasitas pompa dipasang pada satu kapasitas tertentu, pengambilan data didasarkan pada waktu yaitu tiap 3 menit sampai temperatur masuk air ke dalam radiator mendekati konstan pada  $95^{\circ}\text{C}$ , yaitu pada menit ke 15. Adapun data yang didapatkan adalah temperatur air masuk dan keluar radiator, temperatur minyak pelumas dan temperatur udara hisap. Dan langkah ketiga yang merupakan tahap terakhir proses pengambilan data adalah pengambilan data untuk mengetahui pengaruh variasi *coolant* yang proses pengambilannya sama dengan langkah kedua hanya dalam pengambilan data langkah ketiga ini air pendingin diganti dengan coolant dan impeller yang digunakan adalah impeller terbaik yang didapatkan dari pengambilan data pada penelitian pertama.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Variasi Sudut Luar Impeller Terhadap Unjuk Kerja Pompa

Karakteristik untuk pompa sentrifugal dapat dilihat dengan menggunakan grafik hubungan kapasitas dengan head manometris. Bentuk sudu yang digunakan dalam penelitian ini adalah variasi pada sudut keluarnya, yaitu  $60^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$ , dan  $120^{\circ}$ . Sedangkan untuk sudut masuknya dibuat sesuai dengan impeller standar yaitu  $34^{\circ}$ . Dari gambar 4 grafik hubungan antara tinggi tekan manometris terhadap kapasitas tampak bahwa impeller dengan sudu yang memiliki sudut masuk dan keluar  $34^{\circ}$  dan  $60^{\circ}$  menghasilkan head manometris paling tinggi, sedangkan untuk head manometris paling rendah pada pompa dengan impeller dengan sudu yang mempunyai sudut masuk dan keluar  $34^{\circ}$  dan  $120^{\circ}$ , Impeller dengan sudut keluar sudu  $120^{\circ}$  memiliki bentuk sudu yang membengkok ke depan, berbeda dengan impeller yang memiliki sudut keluar  $44^{\circ}$  dan  $60^{\circ}$  dengan sudu yang membengkok ke belakang, pada sudu yang membengkok ke belakang gesekan

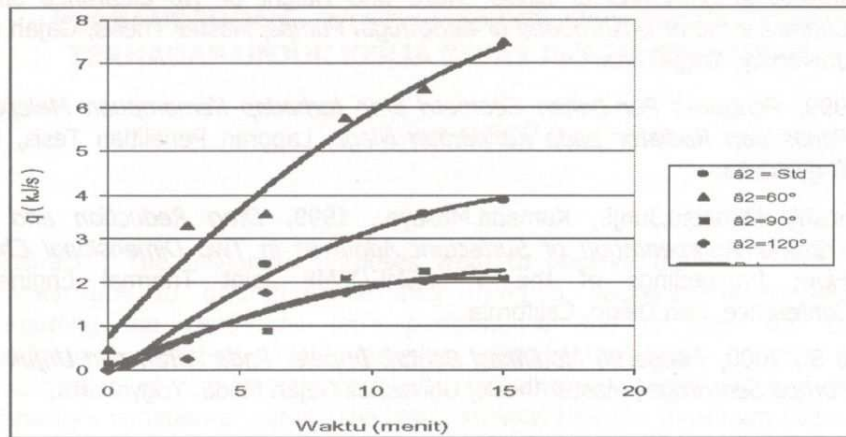
yang terjadi tidak terlalu besar, sehingga rugi-rugi gesekan yang terjadi kecil. Sedangkan pada impeller dengan sudu yang membengkok ke depan gesekan antara aliran air dengan sudu cukup besar karena bentuk sudu tersebut berlawanan dengan arah pusaran air. Sehingga hal ini berpengaruh terhadap karakteristik dari pompa yang menggunakan impeller dengan bentuk sudu yang membengkok ke depan.



Gambar 4. Grafik Hubungan antara Kapasitas Terhadap Head Manometris

#### Pengaruh Variasi Sudut Luar Impeller Terhadap Unjuk Kerja Pendinginan Mesin

Hasil analisis perbandingan temperatur pendinginan dalam radiator yang menggunakan impeler standar dan tiga buah impeler yang divariasi sudut keluarannya ( $\beta_2$ ), yaitu  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $120^\circ$  dan data – data penelitian temperatur rata – rata air masuk dan keluar radiator hasil penelitian, maka diperoleh hasil seperti yang dapat dilihat pada gambar berikut, dari data perbedaan temperatur air masuk dan keluar radiator hasil penelitian, maka diperoleh hasil seperti yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Dari grafik menunjukkan bahwa untuk impeler dengan  $\beta_2 = 60^\circ$ , laju perpindahan kalornya paling tinggi dibandingkan dengan impeler lain. Berdasarkan analisis rumus laju perpindahan kalor ke fluida ( $q$ ) dan laju massa aliran dapat dijelaskan bahwa impeler dengan  $\beta_2 = 60^\circ$  mempunyai harga laju massa aliran paling besar dibandingkan dengan impeler lain. Sehingga dengan laju massa aliran yang tinggi yang berbanding lurus dengan laju perpindahan kalor, maka semakin besar pula laju perpindahan kalornya. Semakin tinggi laju perpindahan kalor, berarti kalor yang dilepas semakin banyak, sehingga pendinginannya semakin baik.



Gambar 5. Grafik perbandingan laju perpindahan kalor terhadap waktu dengan impeller yang berbeda

### KESIMPULAN

Dari uraian pembahasan hasil penelitian, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk pompa dengan impeler yang mempunyai sudut keluar  $60^\circ$  merupakan pompa dengan unjuk kerja yang paling baik diantara ketiga impeler yang lain, kemudian disusul oleh pompa dengan impeler yang mempunyai sudut keluar  $90^\circ$ , standar, dan terakhir  $120^\circ$ .
2. Dari data perbandingan laju perpindahan panas, dapat dikatakan bahwa temperatur pendinginan terbaik didapat pada pompa dengan impeler yang mempunyai ukuran sudut keluar ( $\beta = 2$ ) =  $60^\circ$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa perubahan dimensi impeler pompa terutama pada sudut sudu keluarannya, akan berpengaruh terhadap kemampuan pendinginan temperatur mesin kendaraan.

### DAFTAR PUSTAKA

- AM Noor, MA. , 2000, *Study of The Effect of Impeller Geometry Changes of Water Cooling Pump on The Engine Cooling System*, International Conference on Fluid and Thermal Energy Conversion.
- Gandidi, Indra .M, 2001, *Studi Pengaruh Bentuk Pipa Oval dan Susunan Selang-Seling Terhadap Unjuk Kerja Radiator*, Laporan Penelitian Tesis, UGM, Yogyakarta.
- Hsieh, Shou-Shing, Weng, Chun-Jen, 1997, *Nucleate Pool Boiling Heat Transfer Coefficient of Distilled Water ( $H_2O$ ) and R-134a/Oil Mixtures From Rib-roughened Surfaces*, Transactions of ASME Vol. 119, pp.142-151
- Inaba, Hideo., Haruki, Naoto., Horibe, Akihiko., 2000, *Flow Drag and Heat Transfer Reduction of Flowing Water Containing Fibrous Material in a Straight Pipe*, Intl. Journal of Thermal Sciences, Vol. 39, No. 1, pp,18-29.
- Ishida, M., Ueki, H. and Senoo, Y., *Effect of Blade Tip Configurations on Tip Clearance Loss of a Centrifugal Impeller*, Transaction of The ASME Volume 112 pp. 14 – 18.
- Murakami, M., Kikuyama, M., Asakura, E., 1980, *Velocity and Pressure Distributions in The Impeller Passages of Centrifugal Pumps*, Transactions of The ASME Volume 102, pp 420 – 426.

- Nur Kaliwanto, 2001, *Effect of Blade Shape and Height of Tip Clearance on The Characteristic of Unshrouded of Centrifugal Pumps*, Master Thesis, Gajah Mada University, Yogyakarta.
- Rudi .S, 1999, *Pengaruh Perubahan Geometri Sirip terhadap Kemampuan Melepaskan Panas dari Radiator pada Kendaraan Niaga*, Laporan Penelitian Tesis, UGM, Yogyakarta.
- Sato, Kimithoshi, Mimatsu, Junji., Kumada, Masaya., 1999, *Drag Reduction and Heat Transfer Augmentation of Surfactant Additives in Two Dimensional Channel Flow*, Proceedings of the 5<sup>th</sup> ASME/JSME Joint Thermal Engineering Conference, San Diego, California
- Siswanto S., 2000, *Pengaruh Modifikasi Bentuk Impeler Pada Aliran dan Unjuk Kerja Pompa Sentrifugal*, Master thesis, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.