

SIMULASI ALIRAN FLUIDA PENDINGIN PADA UPPER HOSE RADIATOR MODIFIKASI

Muhammad Hasan Albana, Bella Rukmana

Politeknik Negeri Batam

Jurusan Teknik Mesin

Jln. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

E-mail: hasan@polibatam.ac.id bella@polibatam.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui fenomena aliran fluida pendingin pada *upper hose* radiator modifikasi. Penampang *upper hose* radiator yang berbentuk bulat sebagiannya diganti dengan bentuk persegi untuk keperluan penyerapan panas *thermoelectric generator*. Penelitian dilakukan secara simulasi dengan mempergunakan perangkat lunak SolidWork 2013. Jenis fluida yang dipilih untuk simulasi adalah air dengan kecepatan aliran 0,625 m/detik. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa penggunaan *upper hose* radiator modifikasi menyebabkan distribusi tekanan fluida dari daerah hulu (*upstream*) ke daerah hilir (*downstream*) lebih rendah 1 kPa apabila dibandingkan ketika menggunakan *upper hose* radiator standar atau tanpa modifikasi. Penggunaan *upper hose* radiator modifikasi juga menghasilkan *vortex* (pusaran) dan menyebabkan aliran fluida pada daerah tertentu menjadi stagnan (diam). Hal ini tidak dialami oleh *upper hose* radiator standar (tanpa modifikasi).

Kata Kunci: aliran fluida, *upper hose* radiator, simulasi

Abstract

This study aims to determine the phenomenon of coolant fluid flow in upper hose the modification radiator. The section of the upper hose radiator in the form of a round is partially replaced with a square shape for the purpose of heat absorption of thermoelectric generator. The study was conducted simulated using SolidWork 2013 software. The type of fluid chosen for the simulation is water with a flow rate of 0.625 m / sec. The results showed that the use of upper hose modification radiator causes the fluid pressure distribution from upstream to downstream area to be lower than 1 kPa when using a standard or non-modified upper hose radiator. The use of a modified upper hose radiator also produces vortex and causes fluid flow in certain areas to be stagnant. This is not experienced by a standard upper hose radiator.

Keywords: fluid flow, upper hose radiator, simulation

1. Pendahuluan

Upper hose radiator merupakan komponen penting pada sistem pendingin mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) seperti mesin diesel (*diesel engine*) dan mesin bensin (*gasoline engine*). Komponen ini berfungsi sebagai penyalur air radiator (*cooling water*) dari mesin menuju radiator. *Upper hose* radiator menyalurkan air pendingin dengan temperatur yang tinggi dari mesin menuju radiator dan selanjutnya didinginkan pada radiator. Setelah *cooling water* didinginkan oleh radiator maka *cooling water* tersebut dialirkan kembali ke mesin melalui *lower hose radiator*. *Cooling water* akan bersirkulasi pada *water jacket* mesin untuk menyerap panas yang dihasilkan oleh proses pembakaran bahan bakar dan udara pada ruang bakar mesin sehingga temperatur *cooling water* akan menjadi tinggi. *Cooling water* dengan temperatur tinggi terse-but dialirkan kembali

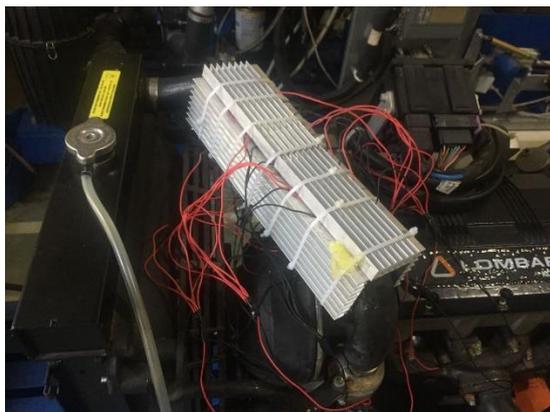
ke radiator untuk didinginkan melalui *upper hose* radiator. Proses ini akan berlangsung terus menerus selama mesin hidup.

Sistem pendingin pada mesin berfungsi untuk mencegah mesin mengalami kelebihan panas (*over heat*) dan lebih lanjutnya akan menyebabkan kerusakan mesin. Apabila dilihat dari sisi lain, sistem pendingin ternyata berkontribusi negatif dalam mengurangi efisiensi mesin dalam menghasilkan tenaga. Penelitian yang dilakukan oleh Conklin dan Szybist [1] menemukan bahwa hanya 10,4% energi dari bahan bakar yang diubah menjadi tenaga, 27,7% energi dari bahan bakar terbuang melalui saluran buang (*exhaust manifold*) dan 61,9% terbuang karena faktor lain seperti gesekan dan *cooling water*. He et al [2] menemukan bahwa hanya 1/3 energi dari bahan bakar yang diubah menjadi tenaga efektif sementara sisanya terbuang melalui saluran gas buang dan water

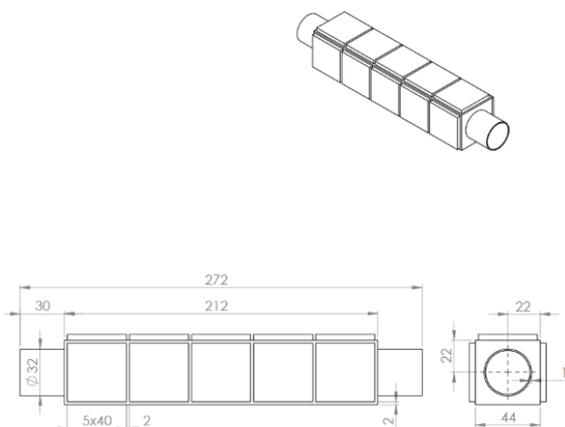
jacket. Champier [3] menyatakan bahwa 30% energi dari bahan bakar pada mesin bensin (*gasoline engine*) diserap oleh *cooling water* sedangkan yang digunakan untuk menghasilkan tenaga hanya 25%.

Salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar pada mesin pembakaran dalam adalah dengan memanfaatkan panas air radiator dan mengubahnya menjadi energi listrik dengan menggunakan *thermoelectric generator* (TEG). Dari segi lokasi, *upper hose radiator* adalah komponen yang paling strategis untuk ditempatkan TEG karena memiliki beberapa keuntungan seperti panas yang diterima lebih tinggi dan juga menerima hembusan angin dari kipas radiator. Sebagaimana diketahui energi listrik yang dihasilkan oleh TEG akan lebih tinggi jika perbedaan temperatur pada sisi panas dan sisi dingin semi-konduktor yang digunakan untuk TEG juga tinggi.

Untuk bisa menempatkan TEG pada *upper hose radiator* maka diperlukan modifikasi pada *upper hose radiator* tersebut. Modifikasi dilakukan dengan memotong *upper hose radiator* dan menempatkan *heat collector* TEG sebagaimana terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1: Modifikasi *upper hose radiator*



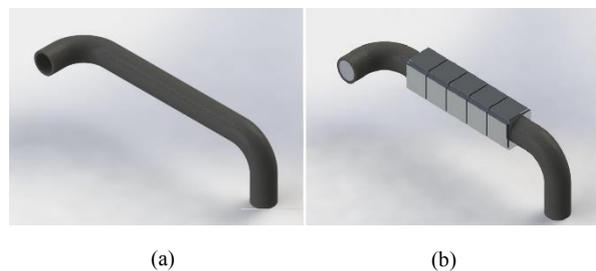
Gambar 2. Dimensi *Heat Collector* TEG

Sebagaimana terlihat pada Gambar 1, penampang

upper hose radiator yang berbentuk bulat sebagiannya digantikan dengan *heat collector* yang memiliki penampang berbentuk persegi yang terbuat dari aluminium untuk mengoptimalkan penyerapan panas. Penampang *heat collector* yang berbentuk persegi ini berfungsi untuk menempatkan semikonduktor TEG yang berfungsi untuk mengubah panas *cooling water* menjadi energi listrik secara langsung. Dimensi dari *heat collector* TEG diperlihatkan pada Gambar 2. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui fenomena aliran *cooling water* pada *upper hose radiator* modifikasi.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara simulasi dengan menggunakan perangkat lunak SolidWork 2013. Jenis material yang dipilih untuk *heat collector* adalah aluminium dan jenis material untuk selang radiator (*upper hose*) adalah EPDM (*Ethylene Propylene Diolfen Monomer*) yang merupakan salah satu jenis karet (*rubber*) dimana material EPDM inilah yang banyak digunakan sebagai material selang radiator mobil. Bentuk *upper hose radiator* modifikasi dan *upper hose radiator* tanpa modifikasi (standar) diperlihatkan pada Gambar 3. Kecepatan *cooling water* pada penelitian ini diatur pada 0,625 m/detik, jenis fluida yang dipilih untuk simulasi adalah air.



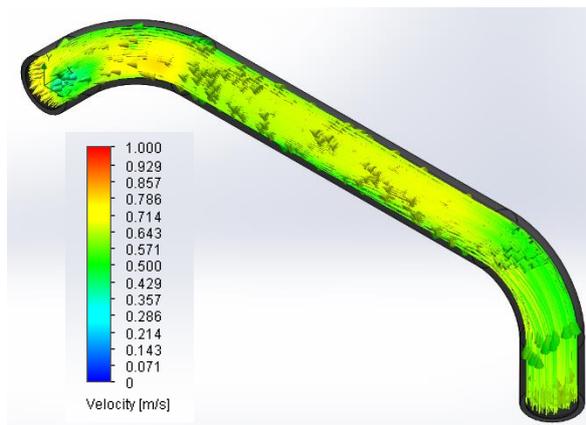
Gambar 3: Konstruksi *upper hose radiator* yang akan disimulasikan, (a) standar (b) modifikasi

3. Hasil dan Pembahasan

Modifikasi *upper hose radiator* ternyata menyebabkan karakteristik aliran fluida pendingin pada *upper hose radiator* tersebut mengalami perubahan sebagaimana terlihat pada Gambar 4 dan Gambar 5. Gambar 4 memperlihatkan aliran fluida pada *upper hose radiator* tanpa modifikasi (standar) dan Gambar 5 memperlihatkan *upper hose radiator* modifikasi. Pada Gambar 4 terlihat bahwasanya kecepatan aliran fluida pendingin pada *upper hose radiator* standar cenderung sama yaitu pada kecepatan aliran 0,582 hingga 0,640 m/detik kecuali pada tempat-tempat tertentu seperti pada lokasi *hose radiator* yang melengkung. Hal ini disebabkan karena aliran fluida pendingin mendapatkan pengaruh dari permukaan *hose radiator* yang melengkung tersebut sehingga kecepatannya

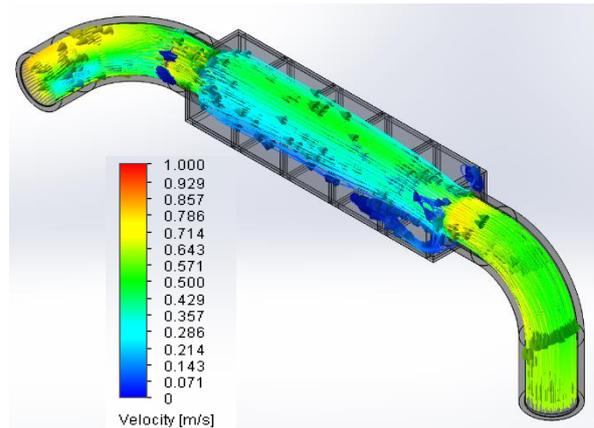
melambat.

Gambar 5 memperlihatkan bahwa kecepatan aliran fluida ketika melewati *heat collector* TEG cenderung mengalami perlambatan disebabkan konstruksi dari *upper hose* radiator yang mengalami modifikasi. Dari Gambar 5 juga terlihat terdapat pada bagian tertentu pada *upper hose* radiator modifikasi, kecepatan aliran fluida pendingin mengalami perlambatan ekstrim hingga mencapai 0 m/detik dengan kata lain fluida pendingin pada daerah tersebut diam atau tidak mengalir. Hal ini terlihat dari aliran fluida berwarna biru sebagaimana terlihat pada Gambar 5.



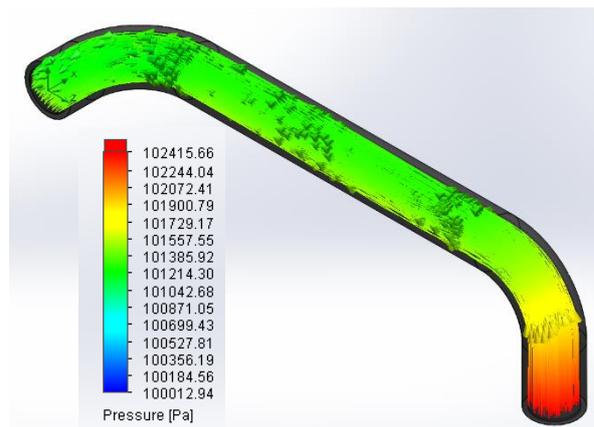
Gambar 4. Kecepatan Aliran Fluida pada *Upper Hose* Radiator Standar

Gambar 5 juga memperlihatkan banyaknya *vortex* (pusaran) yang terjadi pada *upper hose* radiator modifikasi terkhusus pada bagian *heat collector* TEG. Gambar 6 dan Gambar 7 memperlihatkan distribusi tekanan fluida pada *upper hose* radiator standar dan *upper hose* radiator modifikasi. Tekanan fluida cenderung semakin berkurang seiring dengan semakin jauhnya fluida dari sumber tekanan yaitu *water pump* yang ada pada mesin. Dari Gambar 6 terlihat bahwa besar tekanan fluida pendingin pada daerah hulu (*upstream*) *upper hose* radiator standar sekitar 102 kPa dan besar tekanan fluida pada daerah hilir (*downstream*) sekitar 101 kPa. Penurunan tekanan yang dialami oleh fluida pendingin dari *upstream* hingga *downstream* sekitar 1 kPa.

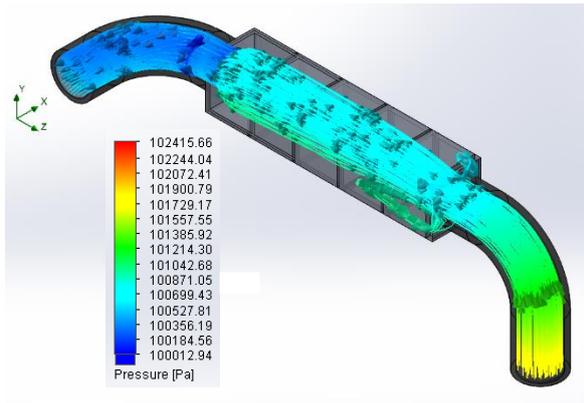


Gambar 5. Kecepatan Aliran Fluida pada *Upper Hose* Radiator Modifikasi

Gambar 7 memperlihatkan distribusi tekanan fluida pendingin pada *upper hose* radiator modifikasi dimana tekanan fluida pada daerah hulu (*upstream*) adalah 102 kPa sedangkan tekanan fluida pendingin pada daerah hilir (*downstream*) adalah 100 kPa. Hal ini berarti tekanan fluida pendingin ketika menggunakan *upper hose* radiator modifikasi mengalami penurunan sekitar 2 kPa dari bagian *upstream* ke bagian *downstream*. Penurunan tekanan fluida pendingin ketika menggunakan *upper hose* radiator modifikasi ternyata lebih besar dibandingkan ketika menggunakan *upper hose* radiator standar (tanpa modifikasi). Penurunan tekanan pada *upper hose* radiator modifikasi mulai terjadi pada bagian *heat collector* TEG. Pada bagian tersebut juga terlihat adanya aliran balik fluida (*reverse flow*) disebabkan karena konstruksi *heat collector* TEG tersebut.



Gambar 6. Distribusi Tekanan Fluida pada *Upper Hose* Radiator Standar



Gambar 7. Distribusi Tekanan Fluida pada *Upper Hose* Radiator Modifikasi

4. Kesimpulan

Penggunaan *upper hose* radiator modifikasi pada penelitian ini menyebabkan distribusi tekanan fluida pendingin dari daerah hulu (*upstream*) ke daerah hilir (*downstream*) lebih rendah 1 kPa dibandingkan ketika menggunakan *upper hose* standar (tanpa modifikasi). Penggunaan *upper hose* radiator modifikasi juga menyebabkan fluida pendingin mengalami *vortex* (pusaran) dan pada daerah tertentu terdapat fluida pendingin yang tidak mengalir atau kecepatannya 0 m/detik.

References

- [1] Conklin JC and Szybist JP, “A highly efficient six stroke internal combustion engine cycle with water injection for in-cylinder exhaust heat recovery”, *Automatica*, **Energy (35)**, pp.1658, 2010.
- [2] He MG, Zhang Xinxin, Zeng K, Gao KA, “Combined thermodynamic cycle used for waste heat recovery of internal combustion engine”, **Energy (36)**, pp. 6821, 2011.
- [3] Daniel Champier, “Thermoelectric generators: A review of applications”, **Energy Conversion and Management (36)**, pp. 167, 2017.