



KARAKTERISTIK TRANSPORT KALOR PADA SISTEM PENDINGIN (SIMULASI) MOTOR BAKAR MENGGUNAKAN *POROUS MEDIA*

Ahmad Hamim Su'udy¹, Eko Siswanto², Rudy Soenoko³

^{1,2,3} Teknik Mesin, Universitas Brawijaya Malang

Email: h4.mim.99@gmail.com, eko_s112@ub.ac.id, rudysoen@ub.ac.id

Abstrak

Engine pembakaran dalam merupakan *engine* yang sudah cukup tua dan dewasa ini telah banyak energi alternatif yang ditemukan untuk menggeser dari peran motor bakar, Sistem pendinginan pada *engine* pembakaran dalam, apabila tidak ditangani dengan baik akan menimbulkan sesuatu yang berakibat fatal yaitu terjadinya *over heating*. Pendinginan selama ini menggunakan sirip dan radiator, disisilain penelitian terus berkembang dalam hal perpindahan panas, yaitu dengan menggunakan *porous media*, dengan bantuan simulasi komputer maka peran dari sirip dan radiator dapat digantikan dengan *porous media* dengan variasi porositas 10 %, 15%,20%,25%, sehingga akan didapatkan distribusi temperatur yang terjadi. Hasil dari penelitian dengan menggunakan simulasi menunjukkan bahwa semakin besar nilai porositas dari *porous media* maka nilai distribusi temperaturnya juga semakin besar. Semakin rendah porositas *porous media* maka nilai dari (h) koefisien perpindahan panas akan meningkat..

Kata Kunci: porositas, temperatur, *transport kalor*

Abstract

Internal combustion engine is an engine that is old enough and today has many alternative energy that is found to shift from the role of engine, cooling system in internal combustion engine, if not handled properly will cause something that is fatal is the occurrence of over heating. Cooling has been using fin and radiator. On the other hand, research continues to develop in terms of heat transfer, using porous media, with the help of computer simulation, the role of fin and radiator can be replaced with porous media with porosity variation 10%, 15%, 20% , 25%, so it will get the temperature distribution that occurs. The result of the research by using simulation shows that the porosity value of porous media, the temperature distribution value is also bigger. The lower porosity porosity of the media then the value of (h) the heat transfer coefficient will increase.

Keywords: porosity, temperature, heat transport

PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan dan teknologi terus berinovasi untuk menanggulangi masalah sistem proses pendinginan yang sering timbul akibat panas yang dihasilkan oleh engine dan bagaimana meningkatkan fungsi pendinginan engine. Penelitian yang terakhir dilakukan

oleh (Maschudi Ferry Irawan, at al, 2016) mengenai studi pengaruh pendinginan oli dengan sistem radiator Pada sepeda motor suzuki shogun 110 cc. Dengan hasil pendingin oli dengan sistem radiator mampu mendinginkan *engine* lebih baik dibanding



pendinginan standar yang menggunakan udara.

Penelitian mengenai perpindahan panas juga terus berkembang seperti yang dilakukan oleh (Eko Siswanto, 2013) mengenai menginvestigasi dinamika fluks termal dan konduktivitas termal yang terjadi selama kondensasi dengan cara eksperimen, kemudian dilanjutkan (Y. Wang 2015) secara simulasi tentang *porous media* untuk mengamati pengaruh porositas dari *porous media* yang dialiri campuran antara fluida panas dan fluida dingin. Hasil dari penelitian ini menjelaskan bahwa porositas sangat berpengaruh terhadap perpindahan panas yang terjadi dalam *porous media* tersebut.

Merujuk dari data paparan diatas banyak metode atau cara dalam meningkatkan fungsi pendinginan *engine*, disini peneliti tertarik melakukan penelitian tentang variasi porositas *porous media* yang di simulasikan pada sistem pendingin silinder motor bakar.

Kemudian tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan distribusi temperatur yang terjadi pada sistem pendingin motor bakar menggunakan *porous media*. Hipotesis yang dapat diambil dari kajian pustaka bahwa semakin besar persentase porositas, maka distribusi perpindahan panas pada *porous media* meningkat dan semakin lambat

laju perpindahan panasnya, kemudian semakin besar nilai konduktivitas termal efektif, maka distribusi perpindahan panas pada *porous media* semakin menurun, semakin cepat laju perpindahan panasnya.

KAJIAN LITERATUR

Porous media dapat disebut juga dengan media berpori, merupakan suatu material berstruktur yang didalamnya terdapat atau mengandung ruang kosong yang disebut pori dan dikelilingi oleh matriks padat atau semi padat. Kemudian untuk rumus yang digunakan untuk porositas ialah

$$\varepsilon = \frac{\text{volume pori-pori}}{\text{volume keseluruhan material}} \times 100\%$$

Kemudian dalam menentukan konduktivitas termal efektif yang terjadi pada *porous media* maka dapat menggunakan persamaan K_{eff} / (K_{eff}) yang telah dipaparkan oleh (Siswanto Eko, 2014.) yaitu:

$$K_{eff} = [(1 - \varepsilon^{2/3}) + \{\varepsilon^{2/3} / [(1 - \varepsilon^{1/3}) + \varepsilon^{1/3} (kp/ka)]]\} kp$$

Kemudian untuk mencari dari nilai (h) koefisien perpindahan panas maka menggunakan rumus

$$h = \text{Nu} \frac{K_{eff}}{D}$$

Sedangkan untuk mengetahui nilai dari *Nusselt Number* (Nu) untuk benda silinder (P.Jholman:1993) menyebutkan

$$\text{Nu} = 0,53 (\text{Gr. Pr})^{1/4}$$

Bilangan Rayleigh didefinisikan sebagai produk dari angka Grashof, yang menggambarkan hubungan antara daya apung dan viskositas, dan bilangan Prandtl, yang menggambarkan hubungan antara viskositas dan difusivitas termal.

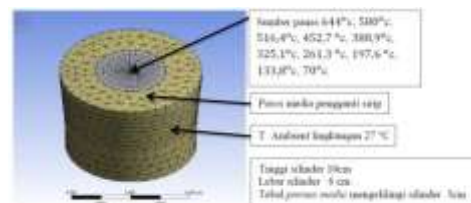
$$\text{Ra} = \text{Gr. Pr}$$

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara numerik dengan menggunakan *Software* FEA (*Finite Element Analysis*), sehingga dapat diketahui pengaruh penggunaan model poros media pada sistem pendingin *engine* pembakaran dalam. Disamping itu juga dilakukan studi literatur mengenai perpindahan panas konduksi dan konveksi.

Dalam penelitian ini dilakukan analisa mengenai pengaruh variasi model poros media terhadap sistem pendinginan *engine* sepeda motor. Adapun langkah-langkah penelitian ialah sebagai berikut:

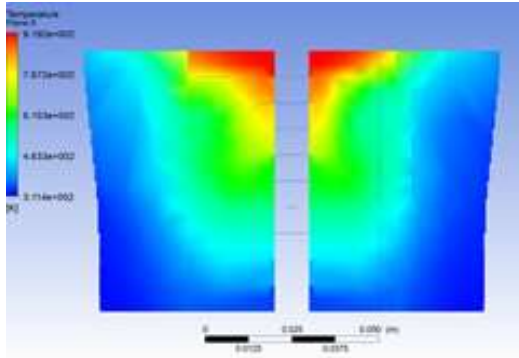
- Memodelkan *engine porous media* pengganti sirip dengan ukuran persis sama dengan sirip yang dijadikan patokan penelitian, yaitu menentukan material dan batas batas kondisi yang perlu diberi.
- *Meshing*, yaitu proses membagi geometri menjadi elemen elemen nantinya akan menghasilkan node-node yang digunakan dalam perhitungan komputasi secara elemen hingga. Semakin kecil elemen yang dibentuk maka akan semakin besar pula persamaan yang harus di selesaikan oleh sistem komputasi sehingga beban komputer akan semakin besar akan tetapi hasil yang di peroleh semakin akurat.
- Memberikan temperatur pada ruang silinder piston yang dibagi menjadi 10 bagian.



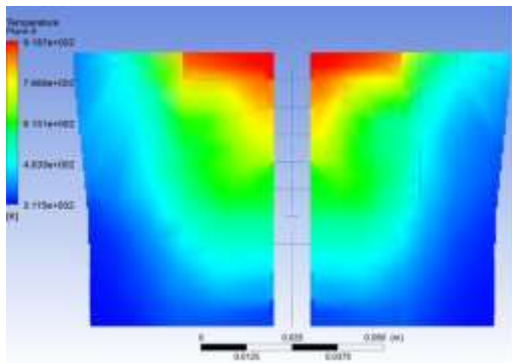
Gambar 1. Desain *Engine Pendingin Porous media*

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

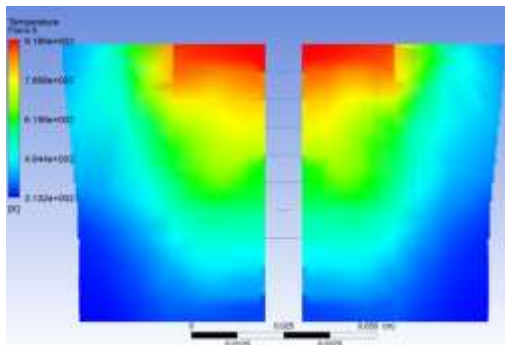
Data hasil Simulasi



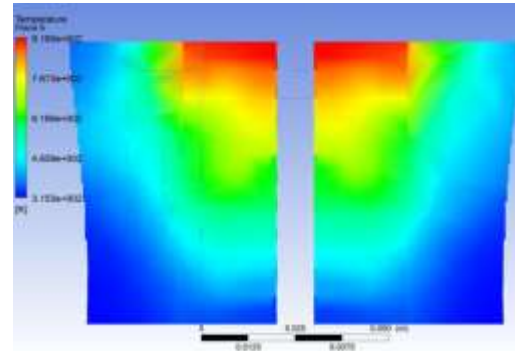
Gambar 2. Porositas 0,1



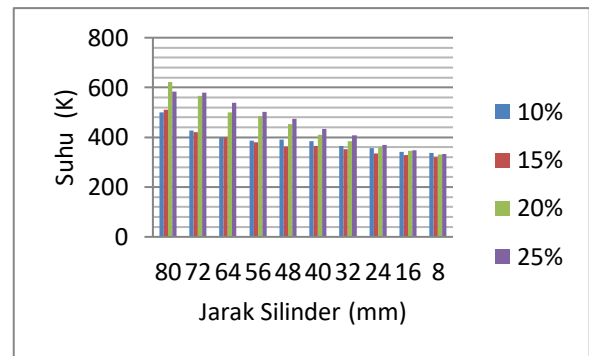
Gambar 3. Porositas 0,15



Gambar 4. Porositas 0,2



Gambar 5. Porositas 0,25

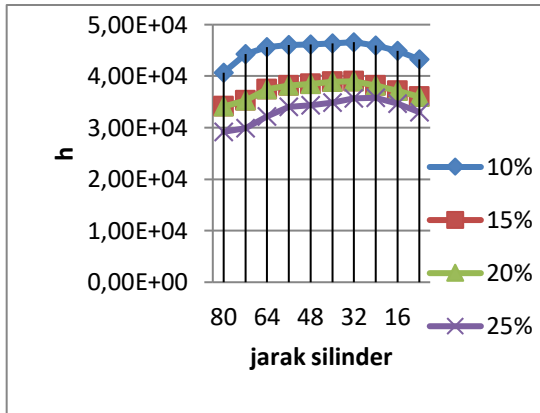


Gambar 6. Grafik Temperatur dengan porositas

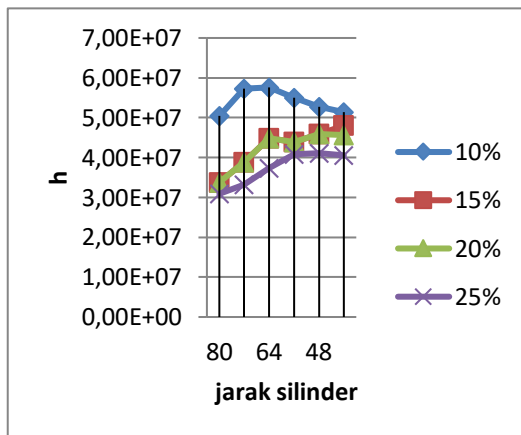
Dari gambar 6. Merupakan salah satu titik Simple yang digunakan untuk melihat distribusi temperatur , sehingga dapat dikatakan bawasannya semakin tinggi porositas *porous media* pmaka semakin tinggi distribusi temperaturnya.

Selanjutnya untuk nilai dari koefisein perpindahan panas didapatkan seperti gambar dibawah ini.

$$h = Nu \frac{K_{eff}}{D}$$



Gambar 7. Nilai h pada titik terdalam



Gambar 8. Nilai h pada titik terluar

Dari gambar 7 dan gambar 8, terlihat kecenderungan grafik yang terjadi di masing-masing titik hampir sama dapat dikatakan bawasawannya porositas sangat berpengaruh terhadap nilai dari koefisien perpindahan panas, dimana setiap titik terdalam dan terluar, pada porositas 25% nilainya selalu terendah, sedangkan untuk porositas 10% memiliki nilai koefisien perpindahan panas paling tinggi. Salah satu penyebabnya dikarenakan nilai K efektif, pada porositas rendah K efektif cenderung tinggi, ketika

porositasnya besar nilai dari K efektif cenderung rendah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasar pada diskusi diatas, hasil penting dari studi ini dapat disimpulkan, besarnya nilai Porositas berdampak pada distribusi temperatur pada Porous media sistem pendingin motor bakar, dan semakin besar porositas maka Nilai koefisien perpindahan panas (h) akan menurun, sebaliknya semakin kecil nilai porositas maka semakin besar nilai dari koefisien perpindahan panas (h).

REFERENSI

- Anis S, 2009. *Studi Eksperimen Pengaruh Alur Permukaan Sirip pada Sistem Pendingin Mesin Kendaraan Bermotor*. Jurnal Kompetensi Teknik. Universitas Negeri Semarang.
- Cengel, Yunus A. 1998. *Heat Transfer Practical Approach*. New York : Mc. Graw Hill, Ltd.
- Daryanto, 2008. *Optimasi Desain Fan Pendingin Terhadap Pendinginan Radiator*, Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi, Jurusan Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto, Yogyakarta.
- Holman, J.P. 1993. *Perpindahan Kalor*, Edisi 6, terjemah Ir. E. Jafisi, Msc. New York : Mc. Graw Hill, Ltd.
- Kreith, Frank. 1997. *Prinsip – Prinsip Perpindahan Panas*, terjemahan A. Priyono. Bandung: Erlangga
- Rahana Veriyawan A. 2013. *Analisa pengaruh kecepatan udara masuk terhadap distribusi temperatur pada*



- porous media. Jurnal Konversi Energi.*
Universitas Brawijaya
- Samsudin Anis, Dkk. 2009. *Studi Eksperimen Pengaruh Alur Permukaan Sirip pada Sistem Pendingin Mesin Kendaraan Bermotor*. Jurnal Kompetensi Teknik. Unnes.
- Siswanto E, Katsurayama H, dan Katoh Y, 2011. *Instability on Condensate Propagation in Porous Media*, International Journal of Mechanics, NAUN, Issue 4, Vol. 5, hal. 327-335.
- Siswanto Eko, 2013. *Fluks Termal dalam Porous Media saat Mengkondensasi Uap*. Jurnal Rekayasa Mesin Universitas Brawijaya.
- Sutrisno, Taufiq Hidayat dan Harjanto. 2007. *Peningkatan Efisiensi Pemakaian Bahan Bakar Dengan Pemanfaatan Pendinginan Mula Pada Radiator Dengan Saluran Bersirip Terpenggal*. Lemlit UNU Surakarta.
- Y wang. 2015. *Influence of the particle diameter and porosity of packed porous media on the mixing of hot and cold fluids in a T-junction*. International Journal of Heat and Mass Transfer 84 (2015) 680–690.