

Simulasi Pemodelan dan Analisis Sistem Pendingin Udara Pada Sirip Blok Silinder Tiger 200CC

Andika Sukma Kirana^{1,*}, Eko Yohanes Setyawan¹, Rosadila Febritasari¹

¹ Program Studi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Malang

Kata kunci

ANSYS
Sistem pendingin udara
Sirip blok silinder tiger
Sirip persegi
Sirip trapesium

ABSTRAK

Penambahan sirip pada blok silinder dapat berfungsi sebagai sistem pendingin suatu mesin dan meningkatkan laju perpindahan panas. Permasalahan saat ini, blok silinder dimodifikasi untuk menambah kapasitas silinder yang mempengaruhi sistem pendingin yang bisa terjadi *overheat*. Tujuan penelitian ini adalah merancang desain blok silinder menggunakan *Software Solidworks 2021* dengan variasi jumlah sirip 4, 7, dan 10 dan variasi model sirip berbentuk persegi dan trapesium. Material yang digunakan yaitu aluminium dengan nilai thermal konduktivitas 237,5 W/m.K. Simulasi dilakukan untuk mendapatkan distribusi temperatur, nilai total *heat flux*, dan nilai *heat transfer rate* dengan menggunakan *ANSYS Steady-State Thermal* pada kondisi batas temperatur awal $\pm 300^{\circ}\text{C}$ dan aliran udara alami sekitar dengan *convective coefficient* $25\text{ W/m}^2\text{K}$ di temperatur udara $\pm 22^{\circ}\text{C}$. Hasil penelitian menunjukkan desain model persegi memiliki distribusi temperatur yang lebih baik dari pada sirip model trapesium. Semakin banyak sirip membuat *heat flux* dan *heat transfer rate* juga semakin besar, akan tetapi terlalu banyak sirip membuat *heat flux* dan *heat transfer rate* pada sirip 10 model trapesium lebih rendah dari pada sirip 10 model persegi. Kesimpulan dari penelitian ini adalah desain 5 dengan jumlah sirip 10 model persegi memiliki desain yang paling optimal dan baik untuk memindahkan panas dari pada desain lain dengan distribusi temperatur minimum $254,61^{\circ}\text{C}$, nilai total *heat flux* 70655 W/m^2 , nilai *heat transfer rate* sebesar $20624,18\text{ W}$. dan dapat meningkatkan laju perpindahan panas sebesar 43,53% dari sirip asli dengan jumlah sirip 7 model persegi.

* Corresponding author:

Andika Sukma Kirana (email: andikasukma25.ask@gmail.com)

Diterima: 11 September 2024

Disetujui: 22 September 2024

Dipublikasikan: 31 Oktober 2024

1 Pendahuluan

Di era modern sekarang banyak kendaraan bermotor yang sudah menggunakan sistem pendingin modern seperti radiator, akan tetapi motor yang menggunakan sistem pendingin udara alami seperti CB100, GL125, Megapro160, Tiger 200cc, CRF150, dan lain sebagainya masih banyak digunakan saat ini, terutama anak muda. Banyak dari anak muda tersebut memodifikasi mesin agar semakin bertambah CC-nya, akan tetapi sering kali tidak memikirkan sistem pendingin yang memadai dan akhirnya terjadi *overheat* bahkan bias sampai merusak piston dan part lainnya karena tidak bisa menahan panas yang berlebih. Masalah inilah yang kemudian yang mendorong penulis untuk memodifikasi blok silinder untuk pendinginan yang lebih efektif.

Blok silinder berfungsi sebagai ruang bakar dari mesin, di mana bahan bakar dibakar. Piston bergerak naik turun di blok silinder, menghasilkan energi mekanik dari panas yang dihasilkan dari [5]. Blok biasanya terbuat dari besi tuang kelabu, karena sifatnya yang unggul dalam cor, ketahanan terhadap keausan, dan konduktivitas termal yang tinggi. Untuk mesin dengan bobot yang lebih ringan, blok silinder yang terbuat dari aluminium juga dapat digunakan, tetapi besi tuang tidak begitu kuat atau tahan aus [4]. Upaya sebagai peningkatkan laju perpindahan panas pada blok silinder salah satunya adalah dengan memberikan sistem pendingin. Jika suhu di

dalam mesin terlalu tinggi, mesin bisa menjadi terlalu panas. Oleh karena itu diperlukan suatu sistem pendingin pada mesin untuk menjaga suhu mesin selama mesin beroperasi.

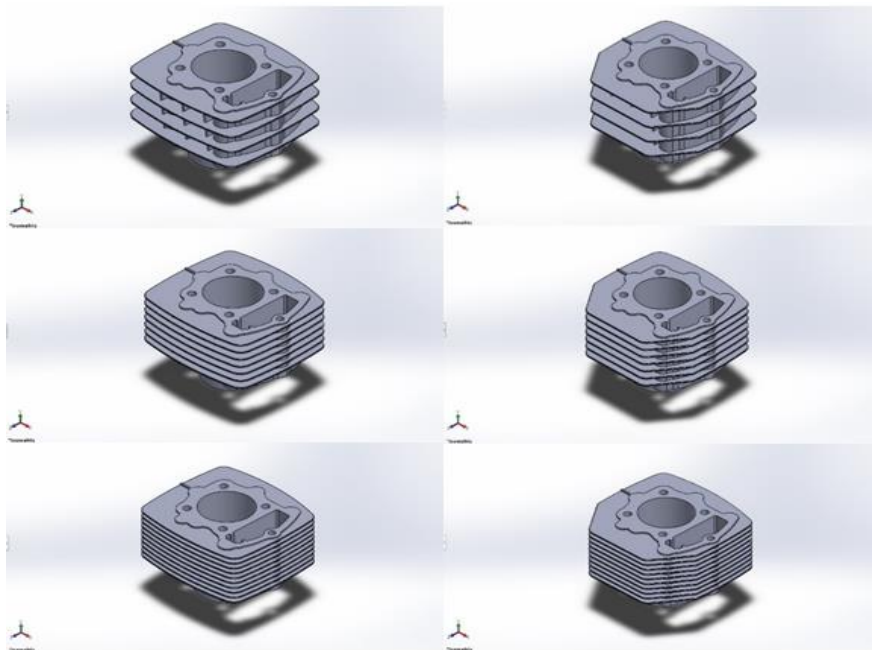
Sistem pendingin pada motor sangat diperlukan di dalam mesin untuk menjaga kestabilan suhu selama pengoperasian mesin. Sirip merupakan salah satu alat yang berfungsi sebagai sistem pendingin suatu mesin. Fungsi dari sirip ini adalah untuk meningkatkan luas permukaan dan menghilangkan panas. Semakin banyak celah pada mesin, maka semakin besar pula luas permukaan panas yang hilang ke udara/fluida pendingin, dan panas pendinginan yang dihasilkan mesin dilepaskan ke udara lebih cepat, sehingga mesin menjadi lebih cepat dingin, akan tetapi lebih banyak sirip dengan bentuk yang kompleks juga akan mengakibatkan laju perpindahan panas kurang baik sehingga pendinginan menjadi tidak merata. Sampai saat ini, belum banyak penelitian yang dilakukan mengenai sirip, karena kemampuan menghitung distribusi suhu sirip secara akurat dan cepat masih terbatas [2].

Masalah dengan pendinginan fin/sirip adalah panas berlebih yang menyebabkan pemborosan penggunaan udara pendingin. Pada kendaraan bermesin pembakaran dalam, ada beberapa kasus dimana mesin terkena panas berlebih yang disebut dengan *overheating*. Jika mesin terlalu panas, performa mesin akan menurun dan mesin bisa mati secara otomatis [3]. Hal ini berdampak buruk bagi pengemudi, terutama di daerah pegunungan dan jalan menanjak. Penyebab panas berlebih antara lain radiator atau sirip-sirip radiator tersumbat, kipas pendingin mati, atau air kering di radiator. Pada kendaraan yang menggunakan sistem pendingin udara alami dapat mengalami *overheat* yang disebabkan oleh pendinginan yang tidak merata di dalam ruang bakar menuju sirip-sirip [6].

Berkaitan tentang masalah diatas penulis melakukan penelitian yang berjudul “Simulasi Pemodelan dan Analisis Sistem Pendingin Udara Pada Sirip Blok Silinder Tiger 200cc” yang memvariasikan jumlah dan bentuk sirip pada blok silinder kendaraan Tiger dimulai dengan membuat design blok silinder Tiger 200cc yang jumlah siripnya 4, 7, dan 10 dengan bentuk sirip persegi dan bentuk sirip bagian kanan dan kiri divariasikan menjadi trapesium menggunakan *software Solidworks*, kemudian menggunakan *Software ANSYS* untuk dilakukan simulasi dan masalah dimodelkan elemen hingga dalam menyelesaikan yang berkaitan dengan distribusi temperatur, total *heat flux*, *heat transfer rate*.

2 Metode Penelitian

Persiapan gambar perancangan benda atau blok silinder menggunakan *software solidworks* dengan memvariasikan siripnya menjadi 4, 7, dan 10 dengan bentuk sirip persegi dan trapesium yang kemudian disimulasikan menggunakan *Ansys Steady-State Thermal*.



Gambar 1 Rancangan Blok Silinder Sirip 4, 7, dan 10 dengan Bentuk Persegi dan Trapesium

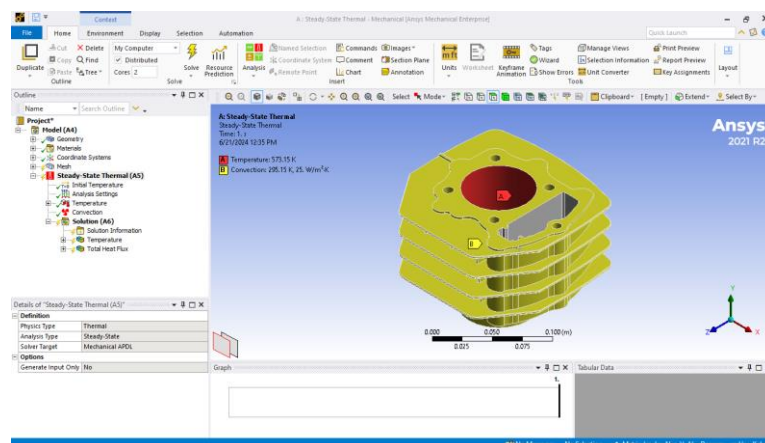
Proses simululasi dilakukan melalui beberapa tahapan agar memperoleh hasil yang diharapkan. Tahapannya yaitu *Engineering data*, *Geometry*, *Meshing*, *Boundary and Parameter*, dan *Resault*.

Engineering data dilakukan sebagai pemilihan jenis material pada geometri blok yang akan disimulasikan. Material yang digunakan oleh semua desain adalah material Alumunium dengan nilai Thermal Konduktivitas 237,5W/m.K.

Proses *Geometry* dilakukan untuk menginput geometri rancangan desain blok yang telah dibuat sebelumnya menggunakan *Software Solidworks* yang disimpan dalam format Parasolid (x_t). Pada taham ini dilakukan pemeriksaan terhadap geometri dari rancangan yang di input, apakah rancangan sesuai yang diharapkan atau tidak dan juga memeriksa atau mendeteksi masalah geometri yang dibuat terbaca atau tidak dengan program ANSYS.

Proses meshing ini berfungsi untuk membagi geometri menjadi elemen-elemen kecil yang digunakan ansys untuk perhitungan metode elemen hingga. Meshing geometri rancangan blok dilakukan untuk proses simulasi dapat dijalankan. Bentuk mesh yang dihasilkan semua desain yaitu tetrahedron dengan element size 10mm.

Pada tahap *Boundary and Parameter* yaitu menentukan kondisi batasan dan parameter yang akan dicari. Bondary ini menunjukkan bagian mana yang menjadi temperatur awal untuk mendistribusikan panas ke seluruh permukaan blok. Pada kondisi ini batas yang diterapkan yaitu distribusi tempertur yang ada di blok dengan temperatur dasar 300°C atau 573,15K dan *coefficient convection* 25 W/m².K dengan suhu 22°C atau 295,15K dan parameter yang akan dicari yaitu distribusi temperatur dan total *heat flux* yang selanjutnya akan diproses untuk perhitungan.



Gambar 2 Boundary and Parameter

Pada tahap *Resault* adalah tahap terakhir atau hasil dari simulasi yang menampilkan hasil distribusi temperatur dan total *heat flux* dari *Boundary and Parameter* blok yang bisa digunakan dalam perhitungan Laju Perpindahan Panas (*Heat Transfer Rate*).

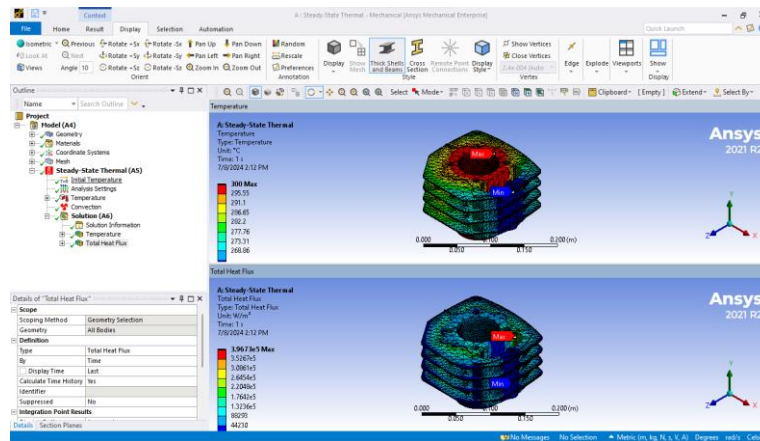
$$Q = q'' \times A \quad (1)$$

Dimana, Q = Heat Transfer Rate (W atau Joule/s)

q'' = Total Heat Flux (W/m²)

A = Surface area (m²)

Persamaan diatas adalah rumus dari perhitungan Heat Transfer Rate untuk mengetahui laju perpindahan panas dari suatu sistem tersebut dalam satuan waktu.[1]



Gambar 3 Result

3 Hasil dan Pembahasan

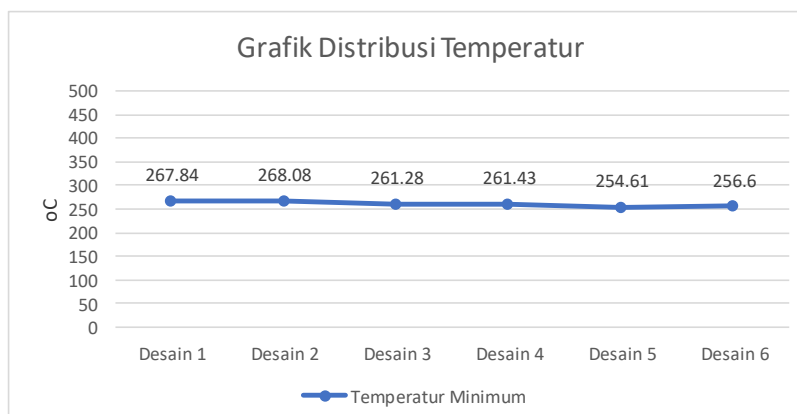
Berikut adalah data yang diperoleh dari simulasi dan perhitungan setiap desain blok sirip 4, 7, dan 10 dengan bentuk geometri persegi dan trapesium.

Tabel 1 Data Hasil Penelitian

Spesifikasi	Desain 1	Desain 2	Desain 3	Desain 4	Desain 5	Desain 6
Jumlah Sirip	4	4	7	7	10	10
Bentuk sirip	Persegi	Trapesium	Persegi	Trapesium	Persegi	Trapesium
Luas Permukaan	0,182 m ²	0,183 m ²	0,236 m ²	0,238 m ²	0,292 m ²	0,298 m ²
Temperatur Min	267,84°C	268,08°C	261,28°C	261,43°C	254,61°C	256,6°C
Total Heat Flux	52649 W/m ²	53011 W/m ²	60912 W/m ²	62744 W/m ²	70655 W/m ²	67982 W/m ²
Heat Transfer Rate	9582,11 W	9701,01 W	14375,23 W	14933,07 W	20634,18 W	20258,63 W

3.1 Distribusi Temperatur

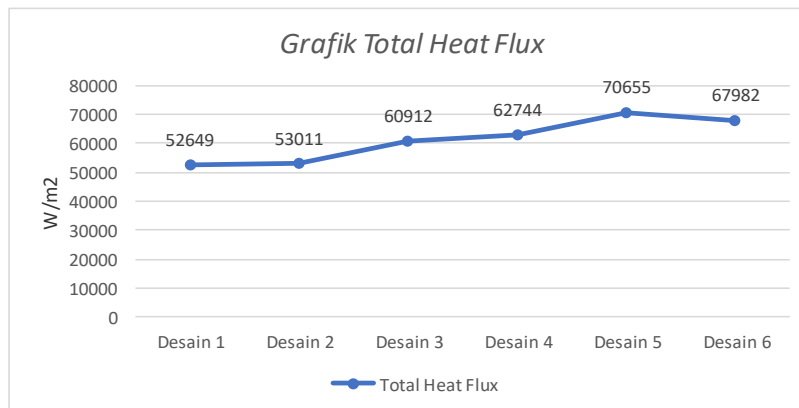
Pada gambar 4 menunjukkan distribusi temperatur pada desain model persegi lebih baik dari pada desain sirip trapesium, karena sirip persegi memiliki distribusi massa yang lebih merata sehingga menciptakan pola aliran distribusi temperatur lebih menguntungkan dan dapat membantu dalam penyerapan dan distribusi panas yang baik. Distribusi temperatur pada desain 5 sirip 10 model persegi mendapatkan distribusi temperatur minimum yang paling baik yaitu sebesar 254,61°C.



Gambar 4 Pengaruh Varasi Jumlah dan Bentuk Sirip Terhadap Distribusi Temperatur

3.2 Total Heat Flux

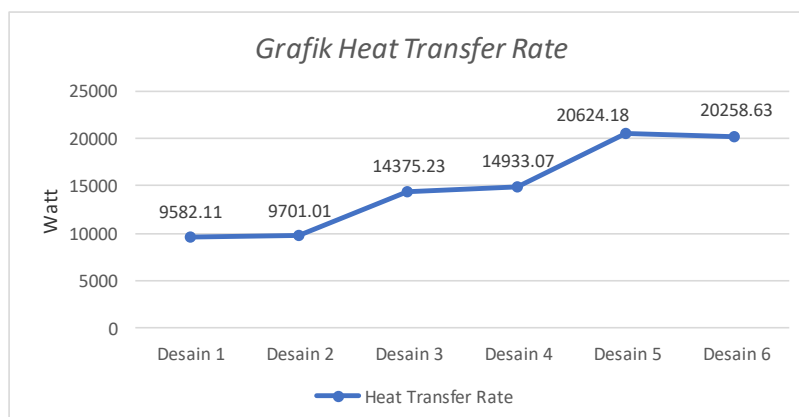
Pada gambar 5 menunjukkan nilai *Total Heat Flux* sirip model trapesium cenderung lebih besar dibandingkan sirip persegi, akan tetapi dalam keadaan jumlah sirip terlalu banyak, sirip 10 model trapesium mengalami penurunan dibandingkan sirip 10 model persegi, karena jumlah sirip terlalu banyak dapat membuat jarak antar sirip semakin rapat dan membuat sedikit *efek interference* dimana ketika sirip terlalu dekat membuat laju aliran panas terganggu oleh aliran panas disisi lain sirip yang membuat perpindahan panas sedikit terhambat. Pada keadaan sirip 10, sirip model trapesium memiliki luas permukaan yang lebih besar dibandingkan sirip model persegi yang menandakan hambatan perpindahan panas pada desain 6 sirip 10 lebih besar dibandingkan desain 5 sirip 10 model persegi yang menyebabkan total heat flux desain 6 sirip 10 model trapesium lebih rendah sebesar 67982 W/m^2 dibandingkan desain 5 sirip 10 model persegi sebesar 70655 W/m^2 .



Gambar 5 Pengaruh Varasi Jumlah dan Bentuk Sirip Terhadap Total Heat Flux

3.3 Heat Tranfer Rate

Pada gambar 6 menunjukkan semakin besar luas permukaan juga semakin besar nilai heat transfer rate, akan tetapi desain 6 sirip 10 model trapesium memperoleh heat transfer rate yang lebih rendah sebesar $20258,63 \text{ W}$ dibandingkan desain 5 sirip 10 memperoleh heat transfer rate paling besar yaitu $20624,18 \text{ W}$. Hal ini menunjukkan semakin banyak sirip akan memiliki luas permukaan lebih besar yang dapat memberikan heat transfer rate yang lebih besar, akan tetapi terlalu besar luas permukaan akan mengakibatkan laju perpindahan panas bisa terhambat, karena jumlah sirip terlalu banyak dapat membuat jarak antar sirip semakin rapat dan membuat sedikit *efek interference* dimana ketika sirip terlalu dekat membuat laju aliran panas sirip terganggu oleh aliran panas di sisi lain sirip yang membuat perpindahan panas sedikit terhambat dan tidak selalu luas permukaan yang besar memberikan heat transfer rate yang besar juga, karena heat transfer rate juga dipengaruhi oleh total heat flux yang besar, jadi meskipun memiliki total heat flux yang tinggi tetapi memiliki luas permukaan yang kecil juga akan memperoleh heat transfer rate yang kecil.



Gambar 6 Pengaruh Varasi Jumlah dan Bentuk Sirip Terhadap *Heat Transfer Rate*

3.4 Perbandingan Hasil

Pada perbandingan hasil data dapat diketahui bahwa distribusi temperatur pada masing-masing desain, model persegi memiliki distribusi temperatur lebih baik dibandingkan desain model trapesium dan yang memperoleh distribusi paling minimum yaitu desain 5 dengan sirip 10 model persegi yaitu 254,61°C. Pada hasil tersebut juga memperlihatkan desain dengan jumlah sirip kurang dari sirip aslinya yaitu 7 model persegi dapat mengurangi laju perpindahan panas sebesar 33,34% pada desain 1 sirip 4 model persegi dan turun 32,51% pada desain 2 sirip 4 model trapesium. Pada desain 4 sirip 7 model trapesium laju perpindahan panas meningkat sebesar 3,88%, pada desain sirip lebih banyak seperti desain 5 sirip 10 model persegi mampu meningkatkan laju perpindahan panas hingga 43,53% dan pada desain 6 sirip 10 model trapesium meningkatkan laju perpindahan panas sebesar 40,92%. Menandakan bahwa desain 5 sirip 10 model persegi memiliki peningkatan laju perpindahan panas dibandingkan sirip asli desain 3 dengan sirip 7 model persegi terbesar dan dari pada desain lainnya yaitu 43,53% yang dapat memindahkan panas paling optimal dan baik.

4 Kesimpulan

Jumlah sirip 10 dengan model persegi memiliki desain yang paling optimal untuk memindahkan panas dari pada desain yang lain dengan distribusi temperatur minimal 254,61°C, nilai total heat flux sebesar 70655 W/m² dan heat transfer rate sebesar 20624,18 W dengan peningkatan laju perpindahan panas sebesar 43,53% dibanding desain asli sirip 7 model persegi.

5 Referensi

- [1] Incropera, F. P., & DeWitt, D. P. (2007). *Fundamentals Of Heat and Mass Transfer (6th ed.)*. United States: John Wiley & Sons.
- [2] Mayor, A. W. (2016). Efektifitas dan Efisiensi Sirip dengan Luas Penampang Fungsi Posisi Berpenampang Kapsul Khusus Satu Dimensi Pada Keadaan Tak Tunak. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- [3] Munktell, M. (2008). Cooling of Combustion Chamber . *Project Report 2008 MVK160 Heat and Mass Transport*, 118.
- [4] Nurachman. (2017). Analisis Perpindahan Kalor pada Blok Silinder Motor Bakar dengan Variasi Jumlah Sirip Pendingin. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(2), 112-119.
- [5] Trisnawan, I. d. (2014). Studi Eksperimental Pengaruh Kerapatan Sirip Pendingin Terhadap Laju Perpindahan Kalor pada Motor Bakar Torak. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, 7(1), 41-48.
- [6] Wicaksana, W. P., & Wahyu Eka , R. S. (2016). SIMULASI OVERHEATING WARNING ALARM SYSTEM UNTUK INTERNAL COMBUSTION ENGINE. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia*, 7-12.