

ANALISA THERMAL STRESS PADA BODY CYLINDER LINIER DAN CYLINDER HEAD DARI LINIER ENGINE DUA TAK OTTO 30,55 CC

Andhika Aji Kusuma¹, Hafizh Ihsan Raihanudin², Rijal Arif Muhaimin³, Yanuar Nugraha Husni Maulana⁴, Trisma Jaya Saputra⁵

Jurusan Teknik Mesin, Program Studi S1 Teknik Mesin, Universitas Tidar, Magelang, Jawa Tengah

¹andhika.aji.kusuma@students.untidar.ac.id, ²hafizhihsanraihanudin@students.untidar.ac.id,

³rijal.arif.muhamin@students.untidar.ac.id,

⁴yanuar.nugraha.husni.maulana@students.untidar.ac.id, ⁵trismajayasaputra@untidar.ac.id

ABSTRAK

Pada penelitian ini akan dilakukan analisa thermal stress pada body cylinder liner dan cylinder head dari linier engine dua tak otto 30,55 CC dengan variasi jumlah kecepatan rata-rata piston engine 1.02 m/s , 4.07 m/s , 4.58 m/s beban penuh. Hal ini dilakukan karena proses scavenging tidak terjadi secara baik sehingga performa engine tidak pada kondisi optimalnya. Pada penelitian ini menggunakan software yang berbasis finite element untuk menganalisa distribusi panas dan thermal stress. Tahapan penelitian meliputi pemasukan gambar geometry sylinder liner dan cylinder head ke dalam software dan proses analisa distribusi panas dan thermal stress analisis .Luaran dari penelitian ini berupa gambar persebaran thermal expansion, gambar dari penyebaran thermal stress analysis, dan grafik perbandingan antar distribusi panas yang terjadi ketika engine berada pada kecepatan rata-rata piston engine 1.02 m/s , 4.07m/s , 4.58 m/s. Selain grafik perbandingan tiap distribusi panas pada tiap percepatan, luaran dari penelitian ini juga menyangkut grafik temperature paling rendah pada masing-masing percepatan.

Kata kunci : CFD, Ketegangan Termal, Linier Silinder, Kepala Silinder.

ABSTRACT

In this study, thermal stress analysis will be conducted on the body of the cylinder liner and cylinder head of a 30.55 CC two-stroke Otto linear engine with varying average piston engine speeds of 1.02 m/s, 4.07 m/s, and 4.58 m/s at full load. This is done because the scavenging process does not occur properly, resulting in suboptimal engine performance. Finite element-based software is used in this research to analyze heat distribution and thermal stress. The research stages include inputting the geometry images of the cylinder liner and cylinder head into the software and conducting the analysis of heat distribution and thermal stress. The outputs of this research include images depicting the thermal expansion distribution, images showing the distribution of thermal stress analysis, and graphs comparing the heat distribution that occurs when the engine operates at average piston speeds of 1.02 m/s, 4.07 m/s, and 4.58 m/s. In addition to the comparison graphs for each heat distribution at each speed, the research outputs also involve graphs showing the lowest temperature at each speed.

Keyword: CFD, Thermal Stress ,Cylinder Linear ,Cylinder Head

PENDAHULUAN

Pada engine gerak linier telah banyak dilakukan penelitian dengan beragam metode. Mesin pembakaran dalam gerak linier merupakan alternatif mesin yang inovatif karena dapat meningkatkan efisiensi mesin dengan konsumsi bahan bakar yang lebih sedikit dan lebih ramah lingkungan. Gerakan linier ini mengurangi gesekan secara mekanis sekaligus mengubahnya menjadi tenaga untuk mesin. Permasalahan yang muncul pada penelitian sebelumnya yaitu

analisis pengaruh desain sistem pegas pada scavenging pada mesin gerak linier silinder tunggal terjadi penurunan efisiensi mesin pada kecepatan rata-rata piston 1,02 m/s, 4,07 m/ dtk, 4,58 m/dtk. Maka dari itu, penting untuk menilai dampak tekanan termal pada dinding silinder mesin linier satu silinder. Akibatnya, analisis tegangan termal dinding silinder mesin linier satu silinder diperlukan. Jika hal ini tidak diteliti, maka tidak diketahui berapa banyak tegangan termal yang ditempatkan pada dinding silinder mesin silinder tunggal linier. Efek buruk dari

tekanan termal yang tinggi adalah kelelahan dan keretakan pada mesin linier silinder. Untuk memahami regangan termal pada mesin silinder linier hanya dengan satu silinder, diperlukan informasi mengenai jumlah maksimum regangan termal yang dapat terjadi di mesin linier. Untuk mengatasi masalah ini, metode simulasi akan digunakan, yang disebut analisis tegangan termal.

TABEL 2.1

HASIL ANALISA HEAT TRANSFER DAN TEMPERATURE DARI PENELITIAN SEBELUMNYA

kecepatan rata-rata piston	Total Gas-Head Heat Transfer (WATT)	Total Gas-Cylinder liner Heat Transfer (WATT)	Cylinder Head Gas Temperature ()	Cylinder Liner Gas Temperature ()
1.02 m/s	99.83	35.485	1552	872
4.07 m/s	93	52.29	11414.5	1354.91
4.58 m/s	38.41	25.84	1099.45	1054.68

CFD yang menggunakan tegangan termal akan digunakan untuk menyelidiki tegangan termal. Prosedur yang diuraikan di atas dimaksudkan untuk mengatasi masalah tegangan termal pada dinding silinder Mesin Gerak Linier Silinder Tunggal, jumlah panas yang masuk ke dalam silinder, dan suhu lapisan silinder. Dari tabel sebelumnya dibuat grafik yang menunjukkan kenaikan suhu gas, jumlah kalor yang masuk ke dinding silinder, dan suhu pada dinding pelapis silinder. Pada penyelidikan sebelumnya, temperatur pada linear engine berkisar antara 126,89°C - 226,89°C

METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Penentuan suhu sekitar dan konduktivitas termal di udara Dalam studi ini diasumsikan bahwa nilai kalor udara adalah 1 W/m² °C
- Penentuan bahan kepala silinder dan silinder liner. Pada penelitian ini, mesin yang digunakan adalah mesin Otto dua langkah berkapasitas 30,55 CC. Kepala silinder dan liner silinder mesin terbuat dari bahan paduan aluminium-silikon yang sama (campuran aluminium dan silikon). Berikut ini adalah gambar silinder CAD 3D dari mesin.

- Mendefinisikan jenis dan sifat material pada kepala silinder geometris Pada bagian sebelumnya telah dijelaskan jenis-jenis material yang akan digunakan untuk mendefinisikan jenis-jenis material dalam geometri. Jenis bahan dalam geometri dapat ditentukan dalam perangkat lunak di bagian data teknik. Properti material lihat Tabel 2.2



Gambar 2.1 Gambar 3D CAD dari Cylinder Engine

Relevance Center	Coarse
Elements Size	3 mm
Smoothing	Low
Transition	Fast
Span Angle Center	Medium
Minimum Edge Length	3.0728e-003 mm

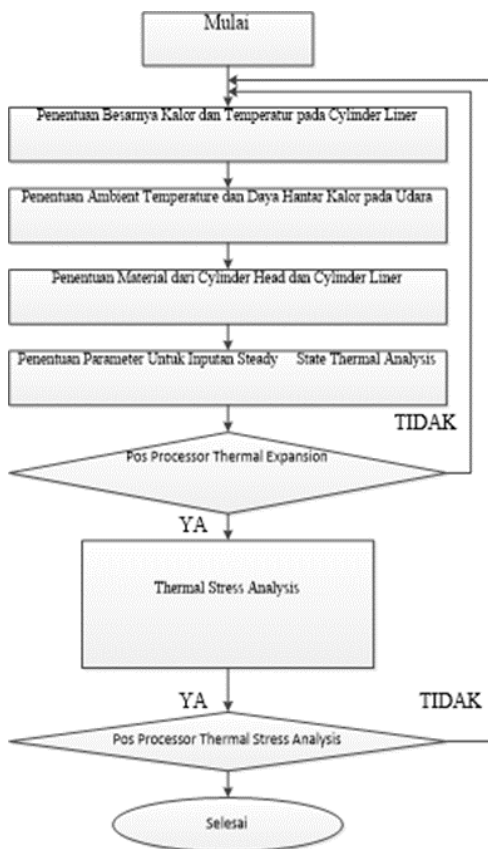
Tabel 2.2 Tabel Propertis Dari Mesh

- Menentukan jenis mesh yang akan digunakan. Jenis Mesh yang digunakan adalah Hexagonal. Berikut adalah spesifikasi mesh yang akan dianalisa.
- Inisialisasi Suhu Awal dalam Geometri. Dalam penyelidikan ini, suhu awal adalah 22 derajat Celcius.
 - Mulai konveksi dalam geometri dengan udara luar. Kuantitas konduktivitas termal dalam konveksi udara bebas adalah 1-25 W/m².C . Dalam penyelidikan ini, konduktivitas dianggap 1 W/m².C.
 - Mulai suhu dinding pada lapisan silinder. Suhu dinding sudah dihitung. Hal ini karena mereka ingin mengetahui temperatur dinding ideal guna menentukan temperatur ideal mesin ini pada mesin 30,55 cc Otto 2 tak. Kepala silinder dibagi menjadi empat bagian: saluran masuk, saluran

keluar, lapisan silinder, dan kepala. Setiap zona memiliki suhu yang berbeda. Untuk kecepatan piston tipikal 1,02 m/s, 4,07 m/s, dan 4,58 m/s, suhu dinding kira-kira sama pada kecepatan ini.

3. Mulai aliran panas di liner silinder. Volume panas yang masuk ke liner dan kepala silinder tercantum pada Tabel 2.1.

Dari analisis elemen hingga dalam perangkat lunak dan simulasi dalam perangkat lunak, kami memiliki gambaran distribusi suhu dalam geometri. Setelah angka yang terkait dengan perhitungan dan simulasi perangkat lunak diketahui, dibuat tabel perbandingan yang membandingkan peningkatan rata-rata kecepatan mesin piston, suhu, dan lainnya.



Gambar 2.2 Flow Chart Langkah Pengerjaan penelitian

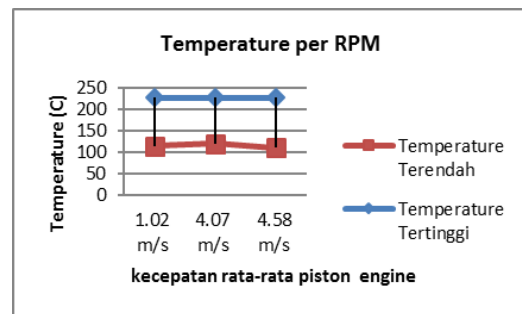
HASIL DAN PEMBAHASAN

Melalui analisa finite element analysis menggunakan software Ansys R1, Nampak gambaran persebaran temperature pada

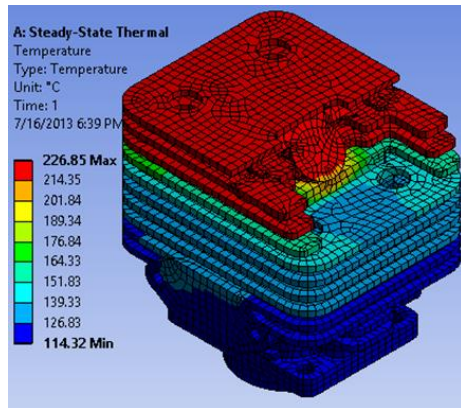
dinding cylinder , kemudian akan diperoleh hasil nilai dari perhitungan dan simulasi pada software Ansys R1 yang diberikan temperature maksimum pada beberapa bagian sehingga nilai pada kenaikan kecepatan rata rata piston dapat diketahui , perbandingan temperature terendah hingga temperature tertinggi mampu diketahui dengan jelas.

Setelah dilakukan analisa menggunakan software Ansys R1 dengan perlakuan thermal stress intensity maka akan diperoleh hasil nilai dari analisa thermal stress pada cylinder head terhadap kenaikan kecepatan rata rata piston. Table beserta grafik nilai dari analisa thermal stress pada cylinder head dan grafik thermal stress kalor terhadap cylinder head dan cylinder linier.

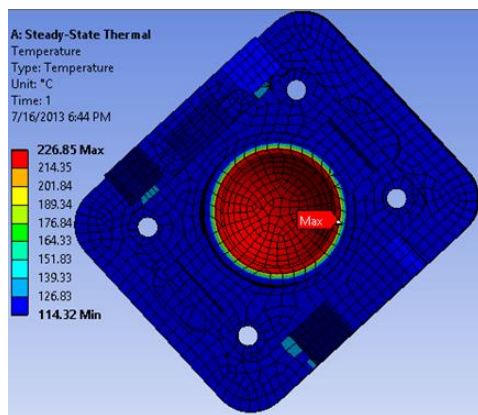
Tampak pada hasil analisa grafik memperlihatkan besarnya nilai thermal stress itu berkaitan dengan kenaikan heat flow pada cylinder head dan cylinder linier, jika dilihat pada grafik analisa thermal stress pada posisi tertinggi saat kecepatan rata rata piston menunjukan angka 4.07 m/s disebabkan oleh heat flow di cylinder head dan cylinder linier lebih besar dari engine kecepatan rata rata dengan hasil nilai 1.02 m/s dan 4,58 m/s. Perbandingan besarnya total heat flow pada cylinder head dan cylinder linier dengan thermal stress di titik tertinggi.



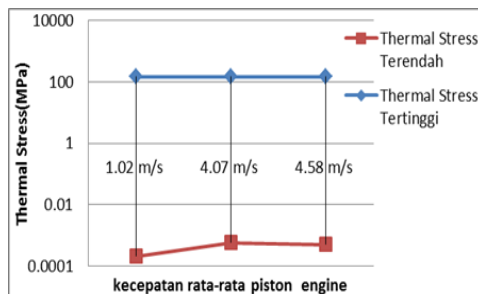
Grafik 3.1 Grafik Perbandingan Temperature Terendah dan Tertinggi Pada Masing-Masing Percepatan Piston Engine



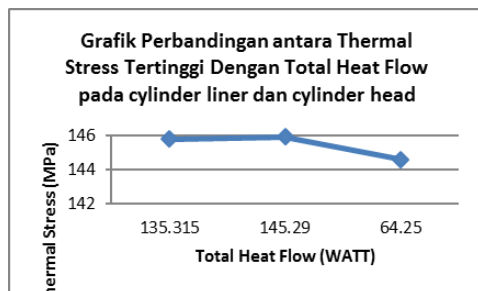
Gambar Hasil Simulasi Distribusi Panas pada Body Cylinder



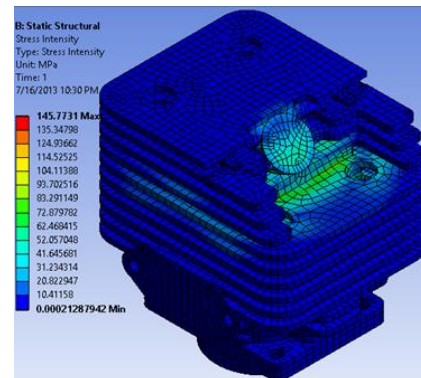
Gambar Distribusi Panas Terbesar pada Cylinder Head



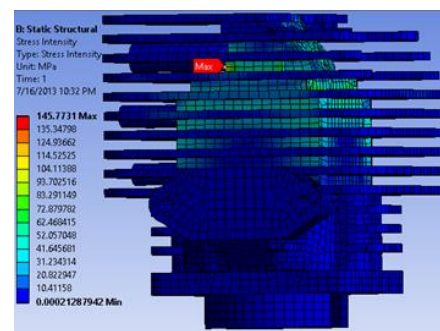
Grafik Perbandingan Thermal Stress Tertinggi, Terendah, dan Percepatan engine



Grafik Perbandingan Total Heat Flow pada Cylinder Liner dan Cylinder Head Terhadap Thermal Stress Tertinggi



Gambar Hasil Simulasi Thermal Stress intensity pada Body Cylinder Engine



Gambar Thermal Stress Terbesar pada Geometry

Kalor yang yang terdapat pada cylinder head dan cylinder linear akan mempengaruhi besarnya jumlah nilai dari total heat flow yang dimana total kalor yang masuk kedalam cylinder ini. Pada analisa thermal stress pada dinding cylinder ditunjukan dengan warna yang berbeda sehingga akan nampak perbandingan nilai temperature.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Pada Thermal Stress terbesar memiliki kecepatan rata-rata piston engine yaitu 1.02 m/s sejumlah 145.8 Mpa, Thermal Stress terjadi pada kecepatan rata-rata piston engine 4.07 m/s sejumlah 145.9 Mpa, selanjutnya Thermal Stress terbesar juga ditentukan pada kecepatan rata-rata piston engine 4.58 m/s sejumlah 144.6 Mpa. Dan Thermal Stress tertinggi berada pada permukaan cylinder head

bagian luar. Semua ini dapat terjadi karena adanya perbedaan temperature permukaan cylinder head yang tidak sesuai karena permukaan bagian luar dengan udara sekelilingnya besar.

B. Saran

Dalam kenyataan nya, Stess yang terjadi dibagian ruang bakar yaitu akibat tingginya temperature juga tekanan. Selama kegiatan itu perlu adanya kajian tentang Stress total yang dapat diakibatkan karena perlu nya tekanan dan temperature ruang bakar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Borman, G., & Nishiwaki, K. (1987). Transient Heat Transfer Analysis of a Diesel Engine Piston. *fatig,crack,growth analysis*, 2-3.
- [2] Hutton, D. (2004). *Fundamentals of Finite Element Analysis*. McGrawHill. USA: McGraw-Hill.
- [3] Lee, M. (1973). Cylinder Wall Temperature Measurement In An Air Cooled Two Stroke Cycle S.I Engine. *Ottawa university journal*, 150.
- [4] Martinez, I. (2013). Heat and Mass Convection Boundary Layer Flow. *Heat transfer journal*, 5.
- [5] Mikalsen, R., & Roskilly, A. (2007). A review of free piston engine history and application. *Applied Therm*, 7.
- [6] Nagalingam, B., & Gopalakrishnan, K. (1994). Performance of ThinCeranic-Coated Combustion Chamber With Gasoline and Methanol as Fuels in a Two-Stroke SI Engine. *Madras University*, 8.
- [7] Starink, M. (2007). Influence of grain structure and slip planarity on fatigue crack growth in low alloying artificially aged 2xxx aluminium alloys. *National University of Malaysia*, 14.
- [8] Amin, M. N., Kim, J. S., Lee, Y., & Kim, J. K. (2009). Simulation of the thermal stress in mass concrete using a thermal stress measuring device. *Cement and Concrete Research*, 39(3), 154-164.
- [9] Agus, W., Nathanel, P. T., & Efrizon, U. (2009). Study of Convective Heat Transfer at Vertical Cylinder Arranged in Nuclear Reactor or Heat Exchanger Using CFD Code.
- [10] Hetnarski, R. B., Eslami, M. R., & Gladwell, G. M. L. (2009). *Thermal stresses: advanced theory and applications* (Vol. 41, pp. 227-231). Berlin: Springer.
- [11] Saiful Wijayantara, Tjoek Suprayitno, dan Agus Zuhdi M.F (2014). *Analisa Thermal Stress Pada Dinding Silinder Linier Engine Bersilinder Tunggal* (Vol. 3)
- [12] Alawadhi, E. M. (2015). *Finite element simulations using ANSYS*. CRC Press.
- [13] ANSYS Fluent Theory Guide. (2017). USA: ANSYS, Inc.
- [14] Wuryanti, S., & Iriani, P. (2018). Investigasi Experimental Konduktivitas Panas pada Berbagai Logam. *JlIF (Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika)*, 2(1), 1-7.
- [15] Wei, C., Ou, J., Mehr, F. F., Maijer, D., Cockcroft, S., Wang, X., & Zhu, Z. (2021). A thermal-stress modelling methodology in ABAQUS for fundamentally describing the die/casting interface behaviour in a cyclic permanent die casting process. *Journal of Materials Research and Technology*, 15, 5252-5264.