

Analisa Thermal Stress Pada Dinding Silinder Linier Engine Bersilinder Tunggal

Syaiful Wijayantara, Tjoek Soeprajitno, dan Aguk Zuhdi M.F

Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

e-mail: svaifulwijayantara@gmail.com

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 persebaran thermal stress analysis, dan grafik perbandingan antar distribusi panas yang terjadi ketika engine berada pada kecepatan rata-rata piston engine 1.02 m/s , 4.07 m/s , 4.58 m/s. Selain grafik perbandingan antar distribusi panas pada tiap percepatan, luaran dari penelitian ini juga menyangkut grafik temperature terendah pada masing-masing percepatan.

Kata Kunci—Analisa Thermal Stress pada Cylinder Liner dan Cylinder Head

I. PENDAHULUAN

PENELITIAN tentang engine gerak linear sudah banyak dilakukan. Motor bakar gerak linear adalah salah satu alternatif engine inovatif karena dapat meningkatkan efisiensi mesin sekaligus dapat menghemat bahan bakar dan lebih ramah lingkungan. Gerakan linier ini untuk mengurangi gesekan mekanis sekaligus untuk merubah menjadi daya efektif engine. Permasalahan yang terjadi dalam kajian sebelumnya yaitu Analisa Pengaruh Disain Sistem Pegas Terhadap Scavenging pada engine gerak linier bersilinder tunggal terdapat penurunan performa engine pada kecepatan rata-rata piston 1.02 m/s, 4.07 m/s , 4.58 m/s. Sehingga perlu adanya analisa pengaruhnya terhadap thermal stress pada dinding cylinder linier engine bersilinder tunggal. Maka dari itu, diperlukanlah sebuah analisa thermal stress pada dinding cylinder linier engine bersilinder tunggal. Bila hal ini tidak dianalisa, maka tidak diketahui seberapa besar thermal stress pada dinding cylinder linier engine bersilinder tunggal. Dampak dari thermal stress yang tinggi adalah terjadinya fatiq dan keretakan pada cylinder linier engine tersebut. Dalam mempelajari thermal stress pada cylinder linier engine bersilinder tunggal diperlukan ilmu untuk menentukan seberapa besar thermal stress yang bisa terjadi

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 (°C) | Cylinder Liner Gas Temperature (°C) |
|----------------------------|-------------------------------------|---|------------------------------------|-------------------------------------|
| 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 |

pada linier engine. Untuk menyelesaikan permasalahan ini akan dilakukan dengan metode simulasi yaitu thermal stress analisis. CFD berbasis pada thermal stress akan digunakan untuk menganalisis thermal stress. Dengan menggunakan metode seperti tersebut diatas diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan thermal stress pada dinding cylinder Engine Gerak Linier Bersilinder Tunggal besarnya kalor yang masuk ke cylinder, dan temperature pada dinding cylinder liner. Dari tabel penelitian sebelumnya didapatkan grafik kenaikan temperature gas, besarnya kalor yang masuk ke dinding cylinder, dan temperature pada dinding cylinder liner. Pada penelitian sebelumnya temperature pada linier engine berkisar antara 126.89 °C-226.89 °C.

A. Penentuan Ambient Temperature dan Daya Hantar Kalor pada Udara

Pada penelitian ini nilai hantar kalor pada udara di asumsikan sebesar $1 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$.

B. Penentuan Material dari Cylinder Head dan Cylinder Liner

Pada penelitian ini engine yang di pakai adalah engine otto dua tak 30.55 CC.

Engine ini mempunyai material head dan cylinder liner yang sama yaitu berupa material aluminium Si alloy (campuran antara aluminium dengan silicon). Berikut ini adalah gambar geometry cylinder dari engine tersebut.

C. Pendefinisian Jenis dan Sifat Material pada Geometry Cylinder Head

Pada subab sebelumnya telah diterangkan mengenai jenis material yang akan di gunakan untuk mendefinisikan jenis material pada geometry.



Gambar 2.1 Gambar Geometry dari Cylinder Engine

TABEL 2.2

TABEL PROPERTIS DARI MESH

| Relevance Center | Coarse |
|---------------------|----------------|
| Element size | 3 mm |
| Smoothing | Low |
| Transition | Fast |
| Span Angle Center | medium |
| Minimum Edge Length | 3.0728e-003 mm |

Pendefinisian jenis material pada geometry dapat dilakukan pada software di bagian engineering data. Propertis material dapat dilihat pada table 2.1

D. Pendefinisian Jenis Meshing yang Akan di Gunakan

Mesh yang di gunakan adalah Hexagonal berikut ini adalah spesifikasi dari mesh yang akan digunakan untuk mengenalisa

E. Inisialisasi Temperature Awal pada Geometry

Pada penelitian ini temperature mula-mula ditentukan sebesar 22 derajat celcius.

1. Inisialisasi Heat Convection pada Geometry ke udara luar

Besarnya daya hantar kalor pada convection bebas udara berkisar antara 1-25 W/m².C . pada penelitian ini diambil nilai daya hantar sebesar 1 W/m².C .

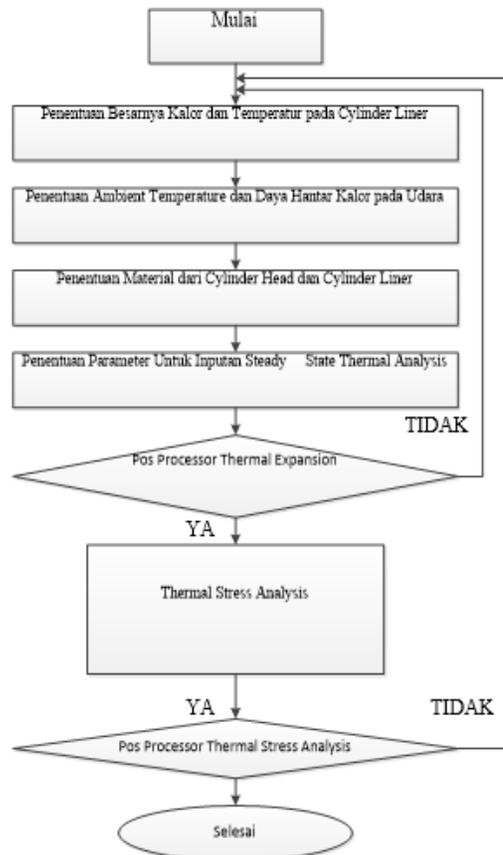
2. Inisialisasi Wall Temperature pada Cylinder Liner

Wall temperature telah ditentukan terlebih dahulu. Hal ini dikarenakan untuk menentukan wall temperature yang ideal pada engine 2 tak otto 30,55 CC. Pada cylinder head dibagi menjadi empat zona yaitu inlet, outlet, cylinder liner, dan cylinder head. Masing-masing zona mempunyai temperature yang berbeda. Untuk kecepatan rata-rata piston 1.02 m/s , 4.07 m/s , 4.58 m/s mempunyai wall temperature yang sama

3. Inisialisasi Besarnya Kalor yang mengalir pada Cylinder Liner

Besarnya kalor yang masuk ke cylinder liner dan cylinder head dapat di lihat pada table 2.1

Dari perhitungan finite element pada software dan simulasi software di dapatkan gambaran persebaran temperature pada geometry. Setelah mengetahui hasil dari perhitungan dan simulasi software maka didapatkan table perbandingan antara kenaikan kecepatan rata-rata piston engine, temperature



Gambar 2.2 Flow Chart Langkah Pengerjaan penelitian

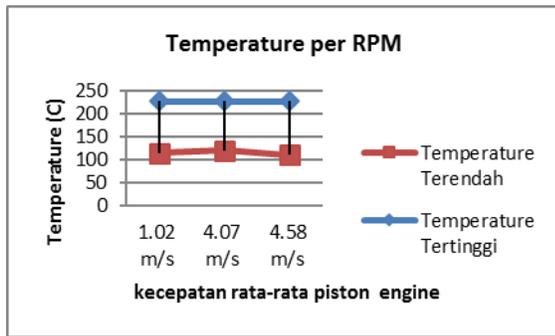
terendah, dan temperature tertinggi. Berikut ini adalah table dari kenaikan temperature terendah dan tertinggi.

II. ANALISA DAN PEMBAHASAN

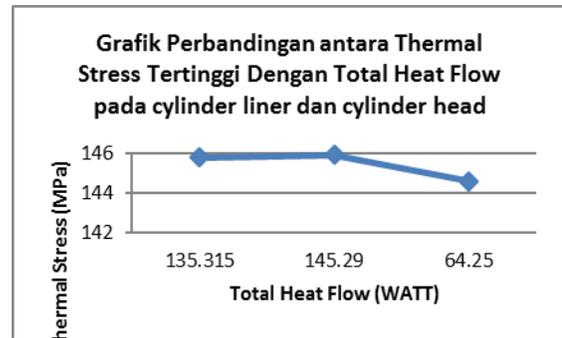
Dari perhitungan finite element pada software dan simulasi software di dapatkan gambaran persebaran temperature pada geometry. Setelah mengetahui hasil dari perhitungan dan simulasi software maka didapatkan table perbandingan antara kenaikan kecepatan rata-rata piston engine, temperature terendah, dan temperature tertinggi. Berikut ini adalah table dari kenaikan temperature terendah dan tertinggi.

Dari hasil analisa thermal stress intensity, maka di dapatkan table thermal intensity terhadap kenaikan percepatan. Berikut ini adalah table dan grafik hasil analisa thermal stress intensity terhadap geometry dan grafik thermal stress terhadap kalor pada cylinder head dan cylinder liner.

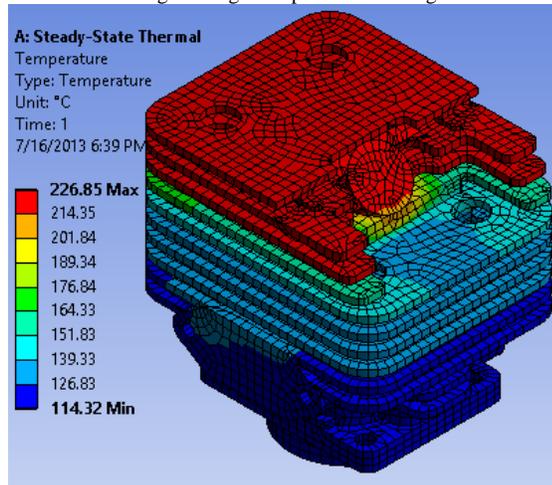
Grafik diatas menunjukkan bahwa besarnya thermal stress tergantung dari kenaikan heat flow pada cylinder liner dan cylinder head. Thermal stress tertinggi terjadi pada saat kecepatan rata-rata piston engine berada pada kecepatan rata-rata piston engine 4.07 m/s, karena heat flow pada cylinder liner dan cylinder head lebih besar daripada engine kecepatan rata-rata piston engine 1.02 m/s dan 4.58 m/s. Hal ini dapat di tunjukan pada table Perbandingan besarnya total heat flow pada cylinder liner dan cylinder head terhadap thermal stress tertinggi



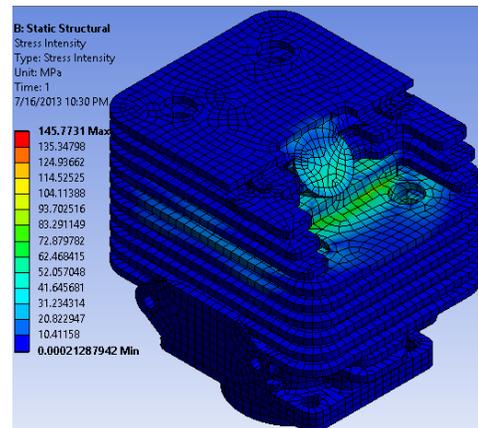
Grafik 3.1 Grafik Perbandingan Temperature Terendah dan Tertinggi Pada Masing-Masing Percepatan Piston Engine



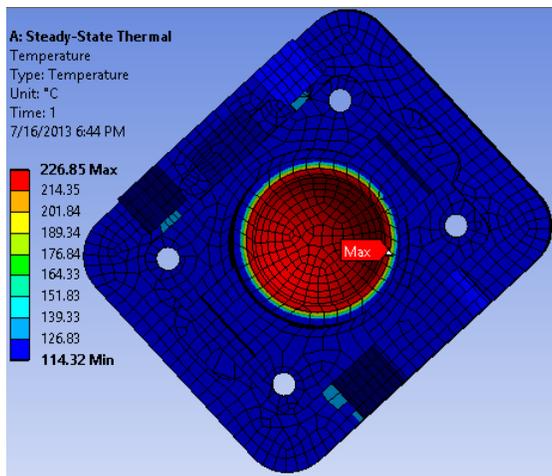
Grafik Perbandingan Total Heat Flow pada Cylinder Liner dan Cylinder Head Terhadap Thermal Stress Tertinggi



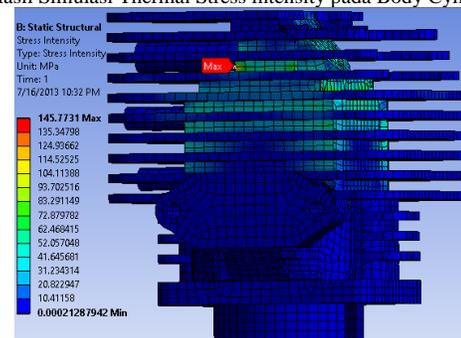
Gambar Hasil Simulasi Distribusi Panas pada Body Cylinder



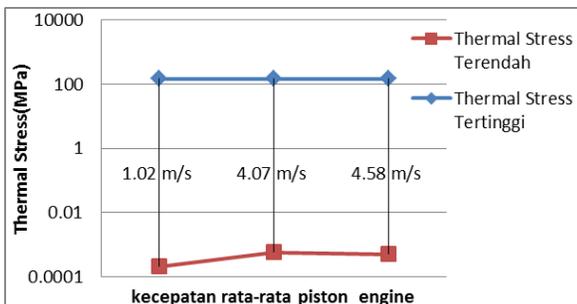
Gambar Hasil Simulasi Thermal Stress intensity pada Body Cylinder Engine



Gambar Distribusi Panas Terbesar pada Cylinder Head



Gambar Thermal Stress Terbesar pada Geometry



Grafik Perbandingan Thermal Stress Tertinggi, Terendah, dan Percepatan engine

Total heat flow adalah total kalor yang masuk ke dinding cylinder. Besarnya tergantung dari penjumlahan kalor yang masuk ke cylinder liner dan cylinder head

III. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Thermal stress terbesar pada saat kecepatan rata-rata piston engine 1.02 m/s sebesar 145.8 MPa, thermal stress terbesar pada saat kecepatan rata-rata piston engine 4.07 m/s sebesar 145.9 MPa, dan thermal stress terbesar pada saat kecepatan rata-rata piston engine 4.58 m/s sebesar 144.6 MPa.

Thermal stress tertinggi berada pada permukaan cylinder head bagian luar. Hal ini terjadi karena perbedaan temperatur

permukaan cylinder head bagian luar dengan udara sekelilingnya besar.

B. Saran

Dalam kenyataannya stress yang terjadi pada ruang bakar adalah akibat tingginya temperature dan tekanan. Untuk itu perlu kajian tentang stress total yang diakibatkan karena 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*. McGraw-Hill. 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 Thin-Ceramic-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.