

Uji Kekerasan Vickers Pada Silinder Liner di Kapal MT. *Succes Pegasus*

Akhmad Harahap¹, Muhammad Halim Asiri², Mardin^{3*}

¹Mahasiswa Program Pascasarjana Magister Teknik Mesin, Universitas Muslim Indonesia

^{2,3}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia

e-mail: *mardin@umi.ac.id

Abstrak

Silinder liner merupakan komponen vital pada mesin kapal yang berfungsi sebagai tempat berlangsungnya proses pembakaran dan rentan terhadap keausan serta keretakan akibat beban mekanis dan fluktuasi suhu tinggi. Kerusakan pada silinder liner dapat mengakibatkan penurunan efisiensi mesin bahkan kegagalan operasional. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kekerasan material silinder liner kapal MT. Succes Pegasus melalui uji kekerasan Vickers guna mengidentifikasi ketahanan material terhadap deformasi plastik dan degradasi akibat operasional kapal. Uji dilakukan dengan menggunakan beban standar pada enam titik pengujian, menghasilkan variasi kekerasan antara 226.5 hingga 490.9 HVS. Hasil uji menunjukkan bahwa nilai kekerasan yang lebih tinggi berkorelasi dengan ketahanan aus yang lebih baik, namun kekerasan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kerapuhan. Variasi kekerasan yang signifikan dapat menunjukkan ketidaksesuaian kualitas material atau perawatan yang tidak merata. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan dalam pengembangan strategi pemeliharaan preventif dan pemilihan material silinder liner yang lebih tahan terhadap keausan dan keretakan untuk meningkatkan keandalan operasional kapal.

Kata kunci— silinder liner, uji kekerasan Vickers, keausan, keretakan, pemeliharaan preventif.

Abstract

Cylinder liners are vital components in ship engines that serve as the site for combustion processes and are susceptible to wear and cracking due to mechanical loads and high-temperature fluctuations. Damage to the cylinder liner can result in decreased engine efficiency or even operational failure. This study aims to evaluate the hardness of the material of the cylinder liner of the MT. Succes Pegasus ship through Vickers hardness testing to identify the material's resistance to plastic deformation and degradation caused by ship operations. The test was conducted using standard loads at six test points, yielding hardness values ranging from 226.5 to 490.9 HVS. The results show that higher hardness correlates with better wear resistance; however, excessive hardness can lead to brittleness. Significant hardness variation may indicate material inconsistency or uneven maintenance. This study is expected to provide insights into the development of preventive maintenance strategies and the selection of cylinder liner materials that are more resistant to wear and cracking to improve the operational reliability of ships.

Keywords— cylinder liner, Vickers hardness test, wear, cracking, preventive maintenance.

1. PENDAHULUAN

Silinder liner merupakan komponen penting dalam mesin kapal yang berfungsi sebagai tempat berlangsungnya proses pembakaran [1-3]. Dalam operasinya, silinder liner mengalami beban

mekanis yang signifikan serta fluktuasi suhu yang tinggi, yang dapat menyebabkan keausan dan keretakan. Keretakan pada silinder liner dapat mengakibatkan kebocoran kompresi, penurunan efisiensi, atau bahkan kegagalan mesin, yang berdampak negatif pada keselamatan dan kinerja kapal [4]. Menurut Syafitri [5] berkurangnya minyak pelumas dan kurangnya air pendingin pada mesin diesel perlu dilakukan perawatan pada silinder liner. Selain itu, retakan juga dapat menyebabkan air pendingin masuk ke ruang bakar hingga ke karter mesin, yang berisiko mencampurkan air dengan oli dan menyebabkan mesin tidak dapat beroperasi sebelum dilakukan penggantian silinder liner dan oli mesin [6-8].

Faktor utama yang mempengaruhi ketahanan silinder liner terhadap keausan dan keretakan adalah sifat mekanik materialnya, termasuk kekerasan dan ketahanan aus. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pengujian kekerasan Vickers untuk mengevaluasi kualitas dan keandalan material silinder liner. Metode uji kekerasan Vickers digunakan untuk menentukan ketahanan material terhadap deformasi plastik dan mengidentifikasi kemungkinan degradasi material akibat beban operasional kapal.

Dengan memahami lebih lanjut sifat mekanik material melalui uji kekerasan Vickers, penelitian ini bertujuan untuk memberikan wawasan tentang sejauh mana material silinder liner mampu menahan tekanan dan suhu tinggi selama operasi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan strategi pemeliharaan preventif serta pemilihan material yang lebih tahan terhadap keausan dan keretakan guna meningkatkan keandalan dan efisiensi operasional kapal.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan dan Alat

2.1.1 Bahan yang Digunakan:

Sampel silinder liner Kapal MT. Sukses Pegasus yang telah digunakan dalam operasi.



Gambar 1. Silinder liner Kapal MT. Sukses Pegasus

2.1.2 Alat yang Digunakan:

1. Mikroskop optik untuk analisis indentasi
2. Mesin uji kekerasan Vickers
3. *Software* pengolahan data untuk analisis hasil uji
4. Kertas amplas dan cairan pembersih untuk persiapan permukaan sampel



Gambar 2. Mesin uji kekerasan Vickers dan posisi sampel material silinder liner

2.1.3 Metode Pengujian

Persiapan Sampel:

1. Potong sampel dari silinder liner dengan ukuran yang sesuai untuk uji kekerasan
2. Bersihkan permukaan sampel dengan menggunakan amplas halus hingga permukaan rata dan bebas dari kontaminan
3. Pastikan permukaan cukup halus untuk menghindari kesalahan pengukuran akibat permukaan yang tidak rata

Proses Pengujian:

1. Letakkan sampel pada meja uji mesin kekerasan Vickers
2. Gunakan beban standar (misalnya 10 kgf) sesuai dengan standar pengujian ASTM E384 atau ISO 6507
3. Tekan indenter berbentuk piramida intan pada permukaan material selama waktu tertentu (biasanya 10-15 detik)
4. Lepaskan beban dan ukur panjang diagonal jejak indentasi menggunakan mikroskop optik yang terhubung ke sistem komputer
5. Hitung nilai kekerasan Vickers (HV) dengan persamaan

$$HV = \frac{18554xF}{d^2} \dots\dots\dots(1)$$

- HV = Kekerasan Vickers,
- F = Beban dalam kgf,
- d = Rata-rata panjang diagonal jejak indentasi dalam mm.

Analisis Data:

1. Lakukan pengukuran di beberapa titik pada sampel untuk mendapatkan distribusi kekerasan yang merata.
2. Bandingkan nilai kekerasan dengan spesifikasi material asli untuk menentukan tingkat keausan atau perubahan sifat material.
3. Interpretasikan hasil berdasarkan standar yang berlaku dan kondisi operasional kapal.

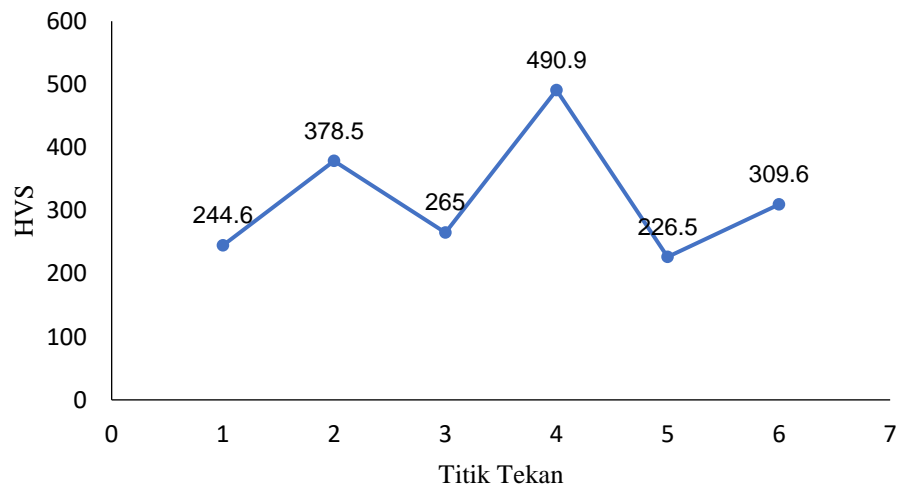
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, uji kekerasan dilakukan dengan menggunakan metode *Vickers Test*, dengan melakukan pengujian pada enam titik yang berbeda, dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

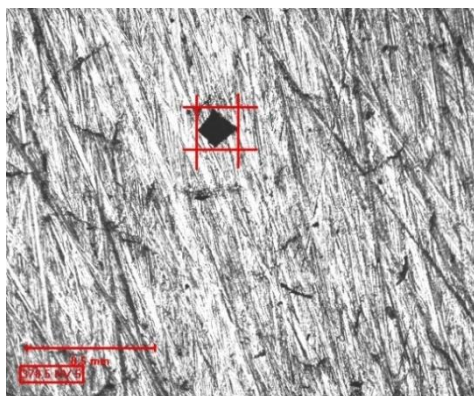
Tabel 1 Hasil Uji Kekerasan

Titik Penekanan	Nilai Kekerasan (HVS)
1	244.6 HVS
2	378.5 HVS
3	265.0 HVS
4	490.9 HVS
5	226.5 HVS
6	309.6 HVS

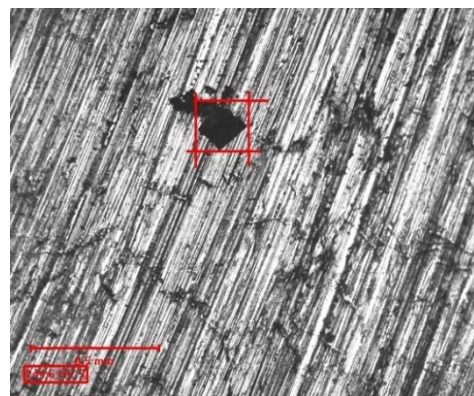
Dari data hasil penelitian uji kekerasan pada silinder liner maka diperoleh grafik seperti pada Gambar 3.



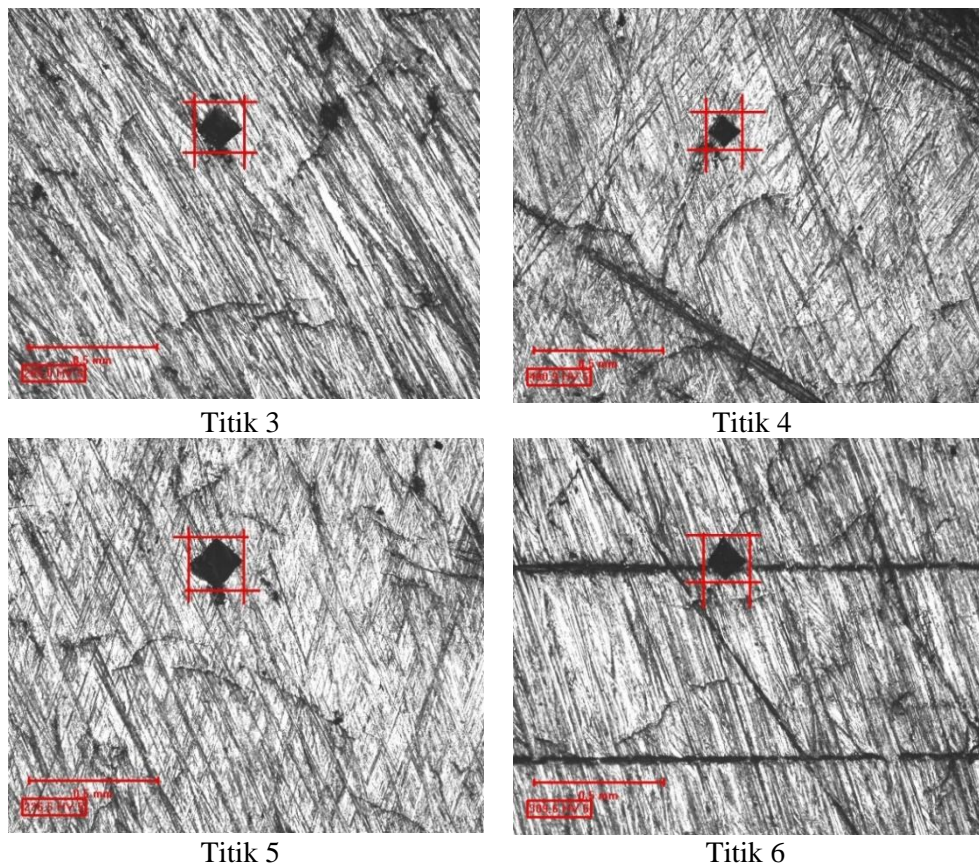
Gambar 3 Kurva hasil uji kekerasan



Titik 1



Titik 2



Gambar 4. Pengujian kekerasan selinder liner Kapal MT. *Success* Pegasus

Hasil uji kekerasan ini menunjukkan variasi yang cukup besar di antara sampel, dengan nilai terendah pada 226.5 HVS dan tertinggi pada 490.9 HVS. Secara umum, nilai kekerasan yang lebih tinggi menunjukkan ketahanan terhadap keausan yang lebih baik, namun, terlalu tinggi juga dapat membuat material menjadi lebih rapuh dan rentan terhadap keretakan [9-11].

Metode pengujian kekerasan vickers sangat cocok untuk mengukur kekerasan material dengan tingkat presisi tinggi, terutama dalam skala mikro dan makro. Kekerasan yang tinggi umumnya berkorelasi dengan ketahanan aus yang lebih baik, tetapi juga meningkatkan risiko kerapuhan (*brittleness*) jika melebihi ambang batas tertentu [12].

Dalam konteks selinder liner kapal, variasi kekerasan yang terlalu besar dapat menunjukkan adanya ketidaksesuaian dalam kualitas material atau proses perawatan yang tidak merata.

Menurut Smith and Hashemi [13], material dengan distribusi kekerasan yang tidak seragam cenderung mengalami keausan yang tidak merata, yang dapat menyebabkan kegagalan dini akibat perbedaan laju abrasi pada permukaan kontak. Sebagai contoh, nilai kekerasan yang rendah (seperti pada sampel 5 dengan 226.5 HVS) dapat mengindikasikan potensi keausan yang lebih cepat, sehingga material lebih rentan terhadap kerusakan akibat gesekan konstan dengan piston ring. Di sisi lain, kekerasan yang terlalu tinggi (seperti pada Sampel 4 dengan 490.9 HVS) dapat menyebabkan material menjadi lebih rapuh dan lebih mudah retak ketika terpapar pada tegangan tinggi selama pembakaran [14].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan melalui uji kekerasan Vickers pada silinder liner kapal MT. Succes Pegasus, dapat disimpulkan bahwa terdapat variasi kekerasan yang cukup signifikan pada material silinder liner, dengan nilai kekerasan yang berkisar antara 226.5 hingga 490.9 HVS. Kekerasan yang lebih tinggi menunjukkan ketahanan yang lebih baik terhadap keausan, namun kekerasan yang terlalu tinggi dapat meningkatkan kerapuhan material, yang berisiko menyebabkan keretakan. Variasi kekerasan yang ditemukan dapat mengindikasikan adanya ketidaksesuaian kualitas material atau proses perawatan yang tidak merata, yang dapat berpengaruh pada keausan dan ketahanan material terhadap kerusakan selama operasi mesin. Oleh karena itu, pemilihan material yang tepat dan perawatan preventif yang baik sangat penting untuk meningkatkan keandalan dan efisiensi operasional kapal. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam memahami sifat mekanik material silinder liner dan sebagai dasar untuk pengembangan strategi pemeliharaan serta pemilihan material yang lebih tahan lama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Prasetya A, Kismantoro T. Penyebab Pecahnya *Cylinder Liner* Pada *Generator Engine* Di Mt. Martha Option. *Dinamika Bahari*. 2017;7(2):1633-41.
- [2]. Zaynal R. Sistem Perawatan *Cylinder Liner* untuk Menunjang Kelancaran Kinerja Mesin Induk MAN Type V D2862 LE463 KN. Sar Sadewa 231 Semarang [Tugas Akhir]. Semarang: Universitas Maritim AMNI; 2021.
- [3]. Totok TW. Sistem Perawatan *Cylinder Liner* Untuk Menunjang Kelancaran Kinerja Mesin Induk SV. Minerva 88 PT. Sowohi Kentiti Jaya [Tugas Akhir]: Universitas Maritim AMNI Semarang; 2018.
- [4]. Hermawati L, Mujiarto I, Kundori K, Hariyadi S. Analisa Pengukuran *Cylinder Liner* dan Piston pada Overhaul Diesel Engine. *Accurate: Journal of Mechanical Engineering Science*. 2020;1(2):6-12.
- [5]. Syafitri JR. Analisa Penyebab Terjadinya Keretakan Pada *Cylinder Liner* Mesin Diesel Generator Di Atas Kapal KM. HTS 38 [Skripsi]: Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar; 2022.
- [6]. Putro RAMMSH. Analisis Penyebab Pecahnya *Cylinder Liner* pada *Generator Engine* di Kapal MV. Kali Mas. *Indonesian Journal of Marine Engineering*. 2024;1(1):46-52.
- [7]. Tona T, Rohman MA. Analisa Penyebab Terjadinya Keretakan *Cylinder Liner* Pada Mesin Diesel Generator di Kapal KM. HTS 38. *Jurnal Venus*. 2023;11(2):113-26.
- [8]. Ongki BS. Analisis Penyebab Terjadinya Keretakan Pada *Cylinder Liner* Main Engine di MT. Menggala [Tugas Akhir]: Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang; 2018.
- [9]. Setyanjana AY, Yogaswara Y, Marsono M, Junjuran SF. Tinjauan Material High-Performance sebagai Nosel Roket: Nickel Superalloy, Refractory Metals, CMCs, dan CC Composites. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*. 2025;8(1):48-58.
- [10]. Waworundeng TY, Tuny SM, Pelasula B. Analisa Teoritis Hasil Pengendalian Korosi Pada Instalasi Pipa Minyak di Perusahaan X. *Journal Mechanical Engineering*. 2024;2(2):164-76.
- [11]. Salim S, Wibowo W, Santosa PS, Kristianto L, Hartanto B, Pertiwi Y. Aktifitas Perawatan Dan Perbaikan Daun Baling-Baling Pada Kapal. *Majalah Ilmiah Bahari Jogja*. 2024;22(2):213-21.
- [12]. Callister Jr WD, Rethwisch DG. *Materials science and engineering: an introduction*: John wiley & sons; 2020.

- [13]. Smith WF, Hashemi J. *Materials science and engineering*: Tata McGraw-Hill; 2008.
 - [14]. Rodhi AB, Darmana E, Pujiyanto F. Analisis Masuknya Air Pendingin kedalam Cylinder Main Engine di Kapal MT. Transko Bima. *Marine Science Technology Journal*. 2025;2(1):24-35.
-