

Pentingnya *Scavenging Inspection* Terhadap Kondisi *Piston Ring* Mesin Induk di MV. Melchior Schulte

Khaeroman^{1*)}, Septina Dwi Ratnandari²⁾, Widar Bayu Wantoro³⁾, Masriah⁴⁾, Susanti⁵⁾, Bela Faizal Reza⁶⁾

^{*)} Politeknik Maritim Negeri Indonesia

Jl. Pawiyatan Luhur I/1, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia 50235

*email: khoer@polimarin.ac.id

Abstrak

Artikel ini membahas tentang pentingnya pelaksanaan *scavenging inspection* pada mesin induk di MV. Melchior Schulte, pada saat pelaksanaan *M/E scavenging inspection* ditemukan permasalahan yang terjadi pada silinder nomor 3 yaitu patahnya *ring piston* yang diakibatkan karena kurangnya pelumasan *cylinder oil* pada *cylinder liner*. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui prosedur pelaksanaan *main engine scavenging inspection* yang benar dan mengetahui kegunaan dilaksanakannya *main engine scavenging inspection*. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif, dengan mendeskripsikan, menggambarkan secara sistematis dan akurat mengenai sifat, fakta, serta hubungan antar fenomena yang diteliti, dan cenderung memusatkan perhatian terhadap solusi dan pemecahan masalah-masalah aktual sebagaimana adanya pada waktu pelaksanaan penelitian dilakukan. Hasil penelitian didapatkan bahwa prosedur dan waktu pelaksanaan *M/E scavenging inspection* harus mengikuti atau sesuai dengan ketentuan pada *M/E manual book*, dengan ketentuan maksimal *running hours* pada *main engine* adalah 500 jam, serta didapatkan faktor-faktor yang mempengaruhi dilaksanakannya *M/E scavenging inspection* yaitu mesin induk mengalami *breakdown maintenance moment* akibat terjadinya *clogged hole* yang terjadi pada *injector* di silinder nomor 3 dan patahnya *ring piston cermet* nomor 4 silinder nomor 3 pada mesin induk.

Kata Kunci: main engine, ring piston, scavenging inspection

Abstract

This article discusses the importance of carrying out scavenging inspections on main engines on MV. Melchior Schulte, during the *M/E scavenging inspection*, a problem was discovered in cylinder number 3, namely a broken piston ring which was caused by a lack of cylinder oil lubrication in the cylinder liner. The aim of this research is to find out the correct procedures for carrying out main engine scavenging inspections and to find out the usefulness of carrying out main engine scavenging inspections. This research uses a descriptive method, by describing, describing systematically and accurately the nature, facts and relationships between the phenomena being studied, and tends to focus attention on solutions and solutions to actual problems as they existed at the time the research was carried out. The research results showed that the procedure and time for carrying out *M/E scavenging inspection* must follow or comply with the provisions in the *M/E manual book*, with the maximum running hours on the main engine being 500 hours, and the factors that influence the implementation of *M/E scavenging inspection* were obtained. inspection, namely the main engine experienced a breakdown maintenance moment due to a clogged hole occurring in the injector in cylinder number 3 and a broken piston ring cermet number 4 in cylinder number 3 on the main engine.

Key words: main engine, ring piston, scavenging inspection

1. PENDAHULUAN

Penelitian ini dilakukan atas temuan patahnya ring piston pada silinder no.3 di kapal MV. MELCHIOR SCHULTTE pada saat dilakukannya *main engine scavenging inspection*. *M/E scavenging inspection* adalah pemeriksaan pada piston, *ring piston clearance*, *cylinder liner*, dan *wire piston crown* untuk membantu mendeteksi adanya *clearance*/jarak pada ring piston.

Mesin diesel dua langkah yang besar mendominasi sebagai penggerak utama kapal kargo karena efisiensinya yang tinggi, konsumsi bahan bakar yang rendah, dan keandalannya. Proses scavenging menyalurkan udara segar ke ruang bakar, menghilangkan gas hasil pembakaran di dalam silinder, mendinginkan permukaan ruang bakar, dan mendistribusikan bahan bakar di dalam silinder, berperan penting pada mesin dua langkah. Oleh karena itu, efisiensi proses pembersihan sangat penting untuk kinerja mesin secara keseluruhan. *Uniflow scavenging* yang banyak digunakan pada mesin dua tak berukuran besar mampu menghilangkan gas buang jauh lebih baik dibandingkan *loop scavenging* dan *cross scavenging* serta menawarkan efisiensi scavenging yang lebih tinggi (Nemati et al., 2020). Rakitan piston-piston ring-cylinder liner berada di bawah beban mekanis dan termal yang signifikan akibat aksi gaya massa (inersia) dan perubahan tekanan pembakaran. Menggunakan bahan bakar sisa (HFO) yang lebih murah dengan kualitas lebih rendah dibandingkan bahan bakar sulingan (MGO), pada beban mesin lebih rendah dari yang dirancang, pengurangan laju pengumpanan oli silinder sehubungan dengan beban dan perpanjangan periode perawatan untuk overhaul piston membuat pemeliharaan adalah tugas yang sulit (Sautermeister et al., 2013).

Mesin diesel kapal dua langkah yang besar mendominasi sebagai penggerak utama kapal karena efisiensinya yang tinggi, konsumsi bahan bakar yang rendah, dan keandalannya (Pang et al., 2016). Kinerja mesin dua langkah bergantung pada proses pembilasan, yang mempengaruhi campuran udara-bahan bakar dan pembakaran (Liu et al., 2014). Proses scavenging menyalurkan udara segar ke ruang bakar, menghilangkan gas hasil pembakaran di dalam silinder, mendinginkan permukaan ruang bakar, dan mendistribusikan bahan bakar di dalam silinder, berperan penting pada mesin kapal dua langkah (Hemmingsen et al., 2013). Oleh karena itu, efisiensi proses pembersihan sangat penting untuk kinerja mesin secara keseluruhan. Pembilasan *Uniflow*, yang banyak digunakan pada mesin dua tak berukuran besar, mampu menghilangkan gas buang jauh lebih baik dibandingkan pembilasan *loop* dan silang silang serta menawarkan efisiensi pembilasan yang lebih tinggi (Ingvorsen et al., 2014).

Udara bilas adalah udara pada proses pembilasan atau pembersihan udara sisa pembakaran di dalam silinder pembakaran. Kualitas udara bilas sangat dipengaruhi oleh kinerja turbocharger. Jika massa aliran udara pembakaran menurun yang disebabkan oleh berbagai kondisi, maka pengaruhnya proses pembakaran tidak sempurna, yang secara visual bisa ditandai dengan asap yang berwarna lebih hitam, akibatnya tidak cukupnya udara untuk proses pembakaran (Didit Sumardiyanto & Prodi Teknik Mesin, 2017).

Pentingnya aliran udara dari sistem pembilasan pada mesin diesel kapal dua langkah telah dilakukan oleh (Ma et al., 2015) dalam penelitiannya, dimana aliran udara dalam silinder sangat penting dalam hal pembentukan campuran dan pembakaran. Dalam arah ini, struktur ruang masuk dan bentuk mahkota piston memainkan peran yang sangat penting untuk pola udara dalam silinder mesin dua langkah. Pentingnya proses pembilasan pada pengoperasian mesin dua langkah juga dilakukan penelitian oleh (Senčić et al., 2022) menggunakan analisa CFD dimana kinerja pembilasan untuk berbagai parameter operasi dievaluasi melalui efisiensi pembilasan, efisiensi pengisian daya, efisiensi perangkat, dan rasio aliran udara pembilasan.

Sebuah penelitian yang hampir mendekati dengan artikel ini dilakukan oleh (ADAMKIEWICZ & DRZEWIENIECKI, 2018) dengan kesimpulan dari penelitiannya adalah mencari penghematan dalam pelayaran melalui laut telah mengubah aturan dan ketentuan pengoperasian sistem tenaga utama kapal kargo. Berdasarkan kemungkinan operasional untuk menilai kondisi teknis dan keausan ring piston melalui lubang pembuangan liner silinder, ditambah dengan prosedur pengukuran tambahan, kerusakan dan kondisi teknis (bagian yang aus) dapat terungkap. Hal ini membantu menentukan perlunya membuat keputusan operasional mengenai penggantian elemen-elemen tertentu sesegera mungkin.

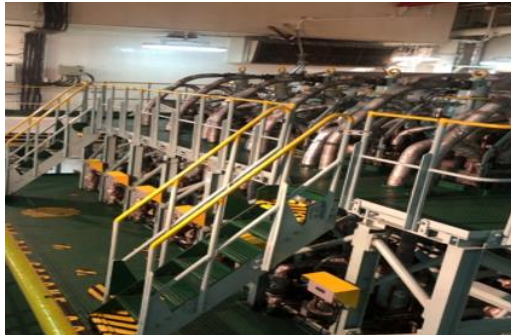
Keterbaruan dari artikel ini adalah pentingnya prosedur pelaksanaan inspeksi secara visual sistem dari pembilasan mesin induk dimana kegiatan ini bisa mempengaruhi kondisi komponen pada ruang pembakaran yang meliputi kondisi piston dan ring piston.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah studi kasus pada mesin induk tipe MAN B&W 6G60ME-C9.2 Tier II di kapal MV. MELCHIOR SCHULTTE sebagai obyek utama pada penelitian ini. Pengambilan data dilakukan dengan observasi secara langsung dan beberapa literatur baik instruction manual, standart operational procedure (SOP) dan lainnya di kapal.



Gambar 1. MV. MELCHIOR SCHULTTE



Gambar 2. Mesin Induk MV. MELCHIOR SCHULTTE

Pengolahan data yang dilakukan adalah melakukan reduksi data dimana reduksi data merupakan tahapan pengolahan data yang dilakukan dengan cara merangkum, dan memilih hal-hal yang penting untuk kemudian disatukan. Analisis dilakukan dengan pendekatan diskriptif kualitatif dengan menambah literatur dari berbagai jurnal/artikel ilmiah serta solusi yang sudah dilakukan di atas kapal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

MV. MELCHIOR SCHULTE yang merupakan salah satu kapal milik perusahaan PT. Benhard Schulte Shipmanagement. Pada saat kapal dalam perjalanan pada *main operating panel* mengindikasikan terjadi suatu permasalahan yang terjadi pada silinder nomor 3 yaitu penurunan grafik tekanan kompresi yang seharusnya pada kondisi normal 143 Bar turun menjadi 120 Bar. Dari permasalahan yang ditemukan dapat diidentifikasi dan dianalisis untuk mendapatkan kesimpulan, bahwa penyebab permasalahan yang terjadi pada mesin induk adalah patahnya *ring piston* yang diakibatkan karena kurangnya pelumasan pada silinder liner seperti pada gambar 3, serta faktor lain yang mempengaruhi adalah terjadinya *clogged hole* yang terjadi pada *injector* silinder nomor 3 seperti pada gambar 4. Sehingga ketika kapal sudah sampai pada pelabuhan Savannah semua kru mesin melakukan perawatan rutin yang ada pada *Planned Management System* (PMS) sesuai dengan *running hours* yang ditentukan pada *manual book*.



Gambar 3. Patahnya ring piston yang terjadi pada silinder nomor 3



Gambar 4. *Clogged hole* yang terjadi pada injector silinder no 3

Berdasarkan temuan masalah yang telah dikemukakan di atas kerusakan disebabkan karena pelaksanaan *main engine scavenging inspection* telah melebihi batas waktu yang ditentukan pada *manual book* atau *overdue*. Seharusnya pengecekan dilakukan maksimal 500 jam sesuai dengan *manual book*, tetapi pengecekan pada saat di pelabuhan Savannah sudah mencapai 630 jam. Sehingga kondisi *scavenging port* sudah banyak karbon yang berakibat terjadi patahnya *ring piston* dikarenakan banyaknya karbon sisa pembakaran dari *cylinder oil* yang masuk ke dalam silinder liner. Hal tersebut mempengaruhi pelumasan yang terjadi pada silinder liner. Permasalahan lainnya adalah *clogged hole* yang terjadi pada *injector*, maka dari itu pemeriksaan *scavenging inspection* seharusnya dilaksanakan setiap satu bulan sekali sesuai dengan *Planned Management System (PMS)*.

Inspeksi pada *scavenging port* diatur pada *manual book* di atas kapal MV. MELCHIOR SCHULTE pada Vol. II, 900-I, “Pengecekan dan Perencanaan Perawatan”, biasanya dilakukan setiap satu bulan sekali setelah dilakukannya rute pelayaran. Pengecekan ini biasanya dilakukan di pelabuhan atau saat kapal labuh jangkar ketika mesin induk sedang tidak bekerja untuk mengetahui jumlah akumulasi penggunaan pelumasan pada silinder mesin induk karena pengecekan ini biasanya membutuhkan waktu minimal 4 jam.

Berdasarkan permasalahan yang diperoleh pada temuan masalah, maka selanjutnya dilakukan pengumpulan data dengan observasi yang dilakukan serta melakukan studi pustaka agar mendapatkan data yang akurat, yang kemudian dilakukan pembahasan mengenai upaya yang harus dilakukan untuk mengetahui prosedur pelaksanaan *main engine scavenging inspection* yang benar dan mengetahui kegunaan dilaksanakannya *main engine scavenging inspection*.

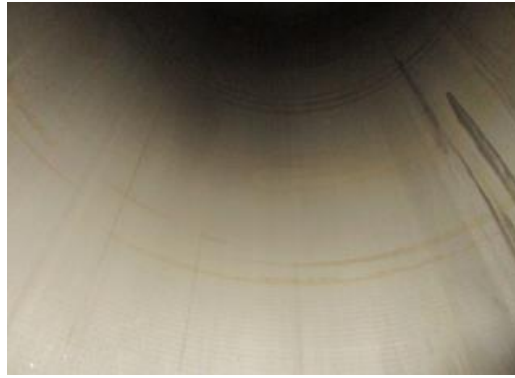
1. Prosedur Pelaksanaan Main Engine Scavenging Inspection

Pelaksanaan untuk *main engine scavenging inspection* mengacu pada *manual book* yaitu maksimal 500 jam pada *running hours main engine*.

- Secara visual menginvestigasi sisa-sisa pelumasan hasil pembakaran pada mesin induk sesuai dengan buku panduan manual
- Pengukuran kembali pada setiap *clearance* antara *ring piston* dan *groove* untuk mengetahui jarak dan ketebalan pada *ring piston*. Menginvestigasi apakah ada yang patah atau retak pada *ring piston* tersebut.
- Menginvestigasi permukaan pada silinder liner apakah ada yang terkikis atau tidak
- Foto sebelum dibersihkan, setelah dibersihkan, dan setelah dilakukan inspeksi seperti pengukuran, pengecekan pada *wire piston crown*, dan melihat permukaan pada silinder liner
- Inspeksi pada *non-return flaps* di ruang pembilasan atau yang sering disebut *air receiver*.
- Pastikan sistem pendingin dan pelumasan pada mesin induk tetap bersirkulasi bertujuan untuk mengetahui adanya kebocoran atau tidak
- Tutup kran sistem udara yang masuk ke mesin induk
- Buka kran indicator untuk membuang sisa-sisa pembakaran
- Dan pastikan *blower portable* selalu jalan untuk bersirkulasi dan memberikan udara segar saat inspeksi *scavenging port*.

Data-data yang perlu dipersiapkan dan harus dicatat saat inspeksi *scavenging area* adalah:

- Intact Piston Crown*: Memastikan kondisi pada kepala torak hanya sedikit deposit karbon sisa pelumasan hasil pembakaran.
- Leaking Oil*: Memastikan apakah ada kebocoran dan meliputi apakah kebocoran itu pelumasan atau bahan bakar.
- Deposit: Memastikan kotoran pada ring piston tidak terlalu banyak atau sedikit terdapat kotoran, karena ketika kotoran terlalu banyak ada kebocoran pada sistem pelumasan pada ring piston di silinder liner.
- Ring Movement*: Memastikan ring piston dapat bergerak secara pengukuran yang sesuai dengan buku manual.
- Surface Condition*: Memastikan kondisi permukaan pada silinder liner bersih dan permukaan masih rata

Gambar 5. Inspeksi pada *cylinder Liner*Gambar 6. Inspeksi pada *piston ring*

2. Faktor yang mempengaruhi dilakukannya *Main Engine Scavenging Inspection*:

- Perawatan rutin sesuai dengan *Planned Management System (PMS)* yang dilaksanakan setiap 1 bulan sekali atau maksimal 500 jam pada *running hours* mesin induk.
- Naiknya temperatur pada *scavenging air* yang biasanya 45-50°C menjadi 90°C.
- Patahnya ring piston yang diakibatkan kurangnya pelumasan pada silinder liner.
- Terjadinya *clogged hole* yang terjadi pada injector yang mengakibatkan pengkabutan bahan bakar yang tidak sempurna.
- Naiknya temperature exhaust gas yang biasanya 335°C menjadi 400°C yang diakibatkan oleh pengkabutan yang kurang sempurna pada injector.

Perawatan *main engine scavenging inspection* ini sangat berpengaruh terhadap kinerja mesin induk dikarenakan pada perawatan ini kita dapat mengecek kondisi mesin induk di dalam *air receiver* dan *scavenging air* area untuk mengetahui kondisi fisik mesin dan dilakukan juga pengukuran *gap ring piston groove* yang penting di dalam mesin dengan membandingkan dengan buku panduan manual mesin induk dan juga untuk mengetahui kondisi pelumasan pada *cylinder oil* yang sudah bersirkulasi di dalam silinder

4. KESIMPULAN

Dari uraian yang telah dikemukakan di atas, maka dapat diambil beberapa kesimpulan untuk menjawab tujuan penelitian ini, antara lain: Prosedur tahapan pelaksanaan *main engine scavenging inspection* yang benar adalah mengacu pada *manual book main engine*, dengan ketentuan maksimal *running hours main engine* 500 jam. Faktor-faktor dilakukannya inspeksi *scavenging inspection* di mesin induk yaitu faktor *internal* dan *eksternal*, dimana faktor *internal* didapat dari *Planned Management System (PMS)* dan jam kerja mesin induk (*running hours*) setelah melakukan pelayaran lebih dari 24 jam serta pengecekan *scavenging inspection* maksimal 500 jam dan faktor *eksternal* didapat ketika mesin induk *breakdown maintenance moment* akibat terjadinya *clogged hole* yang terjadi pada *injector* di silinder nomor 3 dan patahnya *ring piston cermet* nomor 4 silinder nomor 3 pada mesin induk.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Politeknik Maritim Negeri Indonesia dan Program Studi Teknik, seluruh dosen dan mahasiswa khususnya program studi Teknik yang telah memfasilitasi dan memberikan dukungan kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- ADAMKIEWICZ, A., & DRZEWIENIECKI, J. (2018). Operational Evaluation of Piston-Rings-Cylinder Liner Assembly Wear in High Power Marine Diesel Engines. *Tribologia*, 271(1), 5–15. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0010.6357>
- Didit Sumardiyanto, S. E. S., & Prodi Teknik Mesin, U. 17 A. 1945 J. didit. (2017). *PENGARUH KONDISI UDARA BILAS TERHADAP KINERJA MESIN Didit Sumardiyanto , Sri Endah Susilowati Prodi Teknik Mesin , Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta*. 81–88.
- Hemmingsen, C. S., Ingvorsen, K. M., Walther, J. H., & Mayer, S. (2013). *Swirling flow in a two-stroke marine diesel engine*. 3–6.
- Ingvorsen, K. M., Meyer, K. E., Walther, J. H., & Mayer, S. (2014). Turbulent swirling flow in a dynamic model of a uniflow-scavenged two-stroke engine. *Experiments in Fluids*, 55(6). <https://doi.org/10.1007/s00348-014-1748-y>
- Liu, H., Lu, L., & Wang, Z. (2014). Evaluation analysis of scavenging process of two-stroke marine diesel engine by experiment and simulation. *Journal of Thermal Science and Technology*, 9(2), 1–9. <https://doi.org/10.1299/jtst.2014jtst0012>
- Ma, F., Zhao, C., Zhang, F., Zhao, Z., & Zhang, S. (2015). Effects of scavenging system configuration on in-cylinder air flow organization of an opposed-piston two-stroke engine. *Energies*, 8(6), 5866–5884. <https://doi.org/10.3390/en8065866>
- Nemati, A., Ong, J. C., Jensen, M. V., Pang, K. M., Mayer, S., & Walther, J. H. (2020). Numerical Study of the Scavenging Process in a Large Two-Stroke Marine Engine Using URANS and les Turbulence Models. *SAE Technical Papers*, 2020. <https://doi.org/10.4271/2020-01-2012>
- Pang, K. M., Karvounis, N., Walther, J. H., & Schramm, J. (2016). Numerical investigation of soot formation and oxidation processes under large two-stroke marine diesel engine-like conditions using integrated CFD-chemical kinetics. *Applied Energy*, 169, 874–887. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.02.081>
- Sautermeister, F. A., Priest, M., Lee, P. M., & Fox, M. F. (2013). Impact of sulphuric acid on cylinder lubrication for large 2-stroke marine diesel engines: Contact angle, interfacial tension and chemical interaction. *Tribology International*, 59, 47–56. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2012.06.002>
- Senčić, T., Mrzljak, V., Medica-Viola, V., & Wolf, I. (2022). CFD Analysis of a Large Marine Engine Scavenging Process. *Processes*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/pr10010141>