

## Analisis Kerusakan *Main Air Compressor* Nomor 1 Di Kapal MT. Eleanor I

Sifa'ulumuddin<sup>1</sup>, Rodlitul Awwalin<sup>2</sup>, Daryanto<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Fakultas Vokasi Pelayaran, Universitas Hang Tuah, Surabaya, Indonesia

| Article Info                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ABSTRAK                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Article history:</b></p> <p>Received Agustus 21, 2026<br/>Revised Agustus 21, 2026<br/>Accepted Agustus 21, 2026</p> <hr/> <p><b>Kata Kunci:</b></p> <p>Main Air Compressor,<br/>Kerusakan Kompresor,<br/>Preventive Maintenance,<br/>Katup Kompresor,<br/>MT. Eleanor I</p> <hr/> <p><b>Keywords:</b></p> <p><i>Main Air Compressor,<br/>Compressor Damage,<br/>Preventive Maintenance,<br/>Compressor Valve,<br/>MT. Eleanor I</i></p> | <p>Main Air Compressor merupakan mesin bantu yang menyediakan udara bertekanan untuk starting mesin induk, mesin bantu, dan sistem pneumatik di kapal. Kerusakan kompresor dapat menurunkan tekanan udara dan mengganggu operasional kapal. Penelitian ini bertujuan menganalisis faktor penyebab kerusakan Main Air Compressor Nomor 1 di Kapal MT. Eleanor I, dampak yang ditimbulkan, serta upaya perbaikan dan perawatan untuk mencegah kerusakan serupa. Penelitian menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan pengumpulan data melalui observasi langsung di kamar mesin, wawancara dengan awak kapal bagian mesin, dokumentasi, dan studi pustaka. Analisis dilakukan terhadap kondisi kompresor sebelum kerusakan, mendekati abnormal, saat abnormal, dan setelah overhaul. Hasil penelitian menunjukkan kerusakan terutama terjadi pada katup High Pressure dan Low Pressure berupa keausan dan penumpukan karbon yang menyebabkan kebocoran kompresi. Tekanan udara pada kondisi normal mencapai 29 bar dalam 15 menit, sedangkan saat kerusakan hanya 15 bar. Setelah overhaul melalui pembersihan, perbaikan atau penggantian komponen katup, kompresor mampu mencapai 30 bar dalam 15 menit. Preventive maintenance sesuai Planned Maintenance System, pemeriksaan katup secara berkala, pembersihan endapan karbon, dan penggantian komponen yang rusak diperlukan untuk menjaga keandalan kompresor.</p> <hr/> <p><b>ABSTRACT</b></p> <p><i>The Main Air Compressor is an essential auxiliary machine that supplies compressed air for starting the main engine, auxiliary engines, and pneumatic systems on board. Compressor damage can reduce air pressure and disrupt ship operations. This study aims to analyze the factors causing damage to Main Air Compressor No. 1 on board MT. Eleanor I, its impacts, and appropriate repair and maintenance efforts to prevent similar failures. A qualitative descriptive method was applied using direct engine-room observation, interviews with engine department crew members, documentation, and literature review. The analysis compared compressor conditions before damage, near-abnormal operation, abnormal operation, and after overhaul. The results show that the main damage occurred in the High Pressure and Low Pressure valves in the form of wear and carbon deposits that caused compression leakage. Under normal conditions, pressure reached 29 bar within 15 minutes, whereas during damage it reached only 15 bar. After overhaul through cleaning, repair or replacement of valve components, the compressor reached 30 bar within 15 minutes. Preventive maintenance according to the Planned Maintenance System, periodic valve inspection, carbon cleaning, and replacement of damaged components are required to maintain compressor reliability.</i></p> <hr/> <p style="text-align: right;"><i>This is an open access article under the <a href="#">CC BY</a> license</i></p> |



***Corresponding Author:***

Sifa'ulumuddin  
Fakultas Vokasi Pelayaran, Universitas Hang Tuah  
Surabaya, Indonesia  
Email: sifaulumuddin01@gmail.com

## **1. PENDAHULUAN**

Kapal tanker merupakan salah satu sarana transportasi laut yang berperan penting dalam distribusi minyak mentah, bahan bakar, gas, dan berbagai produk turunannya. Kelancaran operasional kapal tidak hanya ditentukan oleh mesin induk sebagai penggerak utama, tetapi juga oleh mesin bantu yang menopang sistem operasional kapal. Salah satu mesin bantu tersebut adalah Main Air Compressor, yaitu peralatan yang menghisap udara dari atmosfer, memampatkannya, kemudian menyimpan udara bertekanan di dalam air receiver atau botol angin. Udara bertekanan digunakan untuk starting mesin induk dan mesin bantu, sistem kontrol pneumatik, serta berbagai kebutuhan udara kerja di kamar mesin. Karena berhubungan langsung dengan kesiapan mesin, ketersediaan tekanan udara harus dipertahankan melalui pengoperasian dan perawatan yang sesuai.

Pada kompresor torak, proses pemampatan berlangsung melalui langkah hisap, kompresi, dan keluar. Gerak piston di dalam silinder menimbulkan perubahan volume dan tekanan; katup hisap membuka ketika tekanan di dalam silinder lebih rendah daripada tekanan atmosfer, sedangkan katup tekan membuka ketika tekanan di dalam silinder telah melebihi tekanan pada saluran keluar [1]. Dalam sistem permesinan kapal, kompresor udara berfungsi sebagai auxiliary machinery untuk menghasilkan udara bertekanan yang selanjutnya disimpan di air receiver dan digunakan terutama sebagai starting air serta sumber udara kerja [2]. Kinerja kompresor dapat dipantau melalui tekanan yang dihasilkan, waktu pengisian air receiver, temperatur kerja, suara dan getaran, serta kondisi komponen utama.

Komponen yang menentukan keberhasilan proses kompresi mencakup torak dan cincin torak, batang penghubung, poros engkol, serta katup. Cincin torak berfungsi mencegah kebocoran antara permukaan torak dan silinder, batang penghubung menghubungkan gerak torak dengan poros engkol, sedangkan poros engkol menerima beban mekanis dan meneruskan gerak. Katup hisap dan katup tekan bekerja membuka dan menutup secara otomatis akibat perbedaan tekanan di dalam dan di luar silinder [10]-[13]. Apabila katup mengalami keausan, kerusakan pegas, penumpukan kotoran atau karbon, atau tidak dapat menutup dengan sempurna, sebagian udara hasil kompresi dapat mengalami kebocoran dan menurunkan tekanan keluaran.

Permasalahan tersebut ditemukan pada Main Air Compressor Nomor 1 di kapal MT. ELEANOR I. Pada kondisi normal, kompresor mampu mengisi botol angin sekitar 10 menit untuk mencapai tekanan 5 bar, sedangkan pada kondisi tidak normal waktu yang dibutuhkan meningkat menjadi sekitar 15 menit. Perubahan ini menunjukkan penurunan kemampuan kompresor dalam menghasilkan tekanan. Pada 23 Mei 2025, saat kapal berlayar dari Cilegon menuju Dumai dan dilaksanakan jam jaga mesin pukul 04.00-08.00, masinis jaga menemukan bahwa Main Air Compressor Nomor 1 bekerja lebih lama, temperatur kerja meningkat, dan terdapat indikasi kebocoran pada sistem kompresi. Pemeriksaan awal mengarah pada gangguan katup tekan serta komponen High Pressure dan Low Pressure. Pengoperasian unit Nomor 1 kemudian dihentikan sementara dan kebutuhan udara dialihkan ke Main Air Compressor Nomor 2 untuk mencegah kerusakan yang lebih luas.

Sejumlah penelitian terdahulu memperlihatkan bahwa penurunan kinerja Main Air Compressor berkaitan dengan gangguan komponen kompresi dan kualitas perawatan. Susanto, Saleh, dan Kurniasih

menemukan penyempitan saluran udara pada air radiator, kemacetan dan putusnya pegas pada concentric valve, serta kebocoran unloader valve sebagai penyebab berkurangnya produksi udara [3]. Baskoro, Prasetyo, dan Utari juga melaporkan penyempitan saluran udara, gangguan concentric valve spring, kerusakan unloader valve, dan penurunan tekanan hingga sekitar 10 bar pada kompresor tiga tingkat [4]. Arfianto, Prayogo, dan Yuntoro mengidentifikasi kebocoran katup, kerusakan piston ring, dan filter udara kotor sebagai faktor penurunan tekanan kompresi [5].

Tjahjono, Sidharta, dan Zapata menunjukkan bahwa kerusakan katup LP dan HP menyebabkan proses kompresi tidak sempurna dan mengurangi tekanan udara untuk kebutuhan starting [6]. Rosyidah menekankan hubungan kondisi komponen dan pelaksanaan preventive maintenance terhadap kinerja Main Air Compressor [7]. Lin, Hu, dan Yu menunjukkan pentingnya pemantauan parameter kerja untuk mendeteksi gejala kerusakan sejak dini melalui pendekatan prediksi gangguan [8], sedangkan Qing-gong menekankan perlunya analisis gejala untuk menentukan sumber gangguan pada reciprocating air compressor dan menetapkan tindakan penanganan yang tepat [9]. Kesamaan penelitian terdahulu terletak pada fokus terhadap penurunan tekanan, gangguan komponen, dan kebutuhan perawatan; perbedaannya dengan penelitian ini terdapat pada objek, kondisi lapangan, dan fokus spesifik terhadap Main Air Compressor Nomor 1 di MT. ELEANOR I.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini memusatkan analisis pada kejadian nyata di MT. ELEANOR I dengan membandingkan kondisi kompresor sebelum kerusakan, mendekati abnormal, saat abnormal, dan setelah overhaul. Penelitian bertujuan menganalisis faktor penyebab kerusakan, mengetahui dampaknya terhadap kinerja sistem udara bertekanan, serta menentukan tindakan perbaikan dan perawatan yang tepat agar kinerja Main Air Compressor Nomor 1 kembali normal dan kerusakan serupa dapat dicegah.

## **2. METODE**

### **2.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian**

Penelitian menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan deskriptif untuk memahami fenomena kerusakan berdasarkan kondisi nyata di lapangan. Pendekatan ini digunakan untuk menggambarkan faktor penyebab kerusakan, dampaknya terhadap kinerja kompresor, dan tindakan perbaikan serta perawatan. Data angka berupa tekanan dan waktu pengisian tetap digunakan sebagai data pendukung, tetapi tidak menjadi dasar pengujian hipotesis statistik. Analisis utama memadukan kondisi fisik komponen, suara dan getaran mesin, cara kerja peralatan, riwayat perawatan, serta pengalaman awak kapal yang menangani Main Air Compressor.

### **2.2 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di kamar mesin kapal MT. ELEANOR I selama Praktik Laut (PRALA). Kamar mesin dipilih karena merupakan lokasi pengoperasian dan perawatan Main Air Compressor Nomor 1 sehingga memungkinkan pengamatan langsung pada kondisi normal maupun ketika terjadi gangguan. Selama periode tersebut, pengamatan dilakukan terhadap proses menjalankan kompresor, pengisian udara ke air receiver, tekanan keluaran, charging time, temperatur kerja, suara, getaran, dan kondisi komponen utama. Kejadian kerusakan yang menjadi fokus analisis tercatat pada akhir Mei 2025, termasuk kondisi sebelum kerusakan, mendekati abnormal, abnormal, dan setelah overhaul.

### **2.3 Sumber Data**

Data primer diperoleh melalui pengamatan, pengukuran, dan pencatatan langsung terhadap Main Air Compressor Nomor 1 di kapal. Data sekunder berasal dari literatur, log book kapal pada saat terjadi kebocoran sambungan dan kerusakan katup isap serta katup tekanan tinggi, serta laporan perbaikan dan perawatan yang dibuat oleh Masinis 4 kepada Kepala Kamar Mesin [14], [15]. Kombinasi data primer

dan sekunder digunakan untuk memperoleh gambaran yang lebih lengkap mengenai kondisi kompresor sebelum dan sesudah penanganan.

## **2.4 Teknik Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dokumentasi, dan studi literatur. Observasi digunakan untuk melihat kondisi operasi kompresor, tekanan udara, waktu pengisian air receiver, temperatur kerja, serta kondisi komponen ketika kompresor diperiksa dan dirawat. Wawancara dilakukan dengan awak kapal bagian mesin, terutama Chief Engineer, Second Engineer, Third Engineer, Masinis 4, dan oiler yang terlibat dalam pengoperasian dan perawatan. Informasi yang digali mencakup riwayat kerusakan, gejala yang muncul, prosedur troubleshooting, jadwal perawatan, tindakan perbaikan, dan hasil setelah overhaul. Dokumentasi meliputi foto komponen, catatan perawatan, data pengoperasian, hasil pemeriksaan, serta dokumen lain yang berhubungan dengan kompresor. Studi literatur digunakan untuk membandingkan temuan lapangan dengan teori dan hasil penelitian sebelumnya.

## **2.5 Teknik Analisis Data**

Data dianalisis secara deskriptif kualitatif dengan tahapan mengidentifikasi kondisi normal dan tidak normal, membandingkan perubahan tekanan terhadap waktu operasi, menelaah kondisi komponen setelah pembongkaran, dan menghubungkan gejala operasi dengan informasi hasil wawancara serta dokumentasi. Analisis juga membandingkan kondisi lapangan dengan teori kompresor dan hasil penelitian terdahulu. Perubahan tekanan pada interval 3, 6, 9, 12, dan 15 menit digunakan sebagai indikator kuantitatif pendukung untuk memperlihatkan perubahan kemampuan produksi udara.

## **2.6 Rancangan Penelitian**

Alur penelitian dimulai dari studi literatur, perumusan masalah, penetapan tujuan dan manfaat, studi pustaka, pengumpulan data, analisis data, pembahasan hasil penelitian, dan penarikan kesimpulan serta saran. Rancangan tersebut digunakan agar proses analisis berlangsung sistematis sejak identifikasi masalah hingga penentuan tindakan penanganan. Fokus analisis diarahkan pada keterkaitan antara keausan katup High Pressure dan Low Pressure serta penumpukan karbon sebagai faktor penyebab, penurunan tekanan dan bertambahnya waktu pengisian air receiver sebagai dampak, serta pemeriksaan, pembersihan, perbaikan atau penggantian katup, dan perawatan berkala sebagai upaya penanganan.

# **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

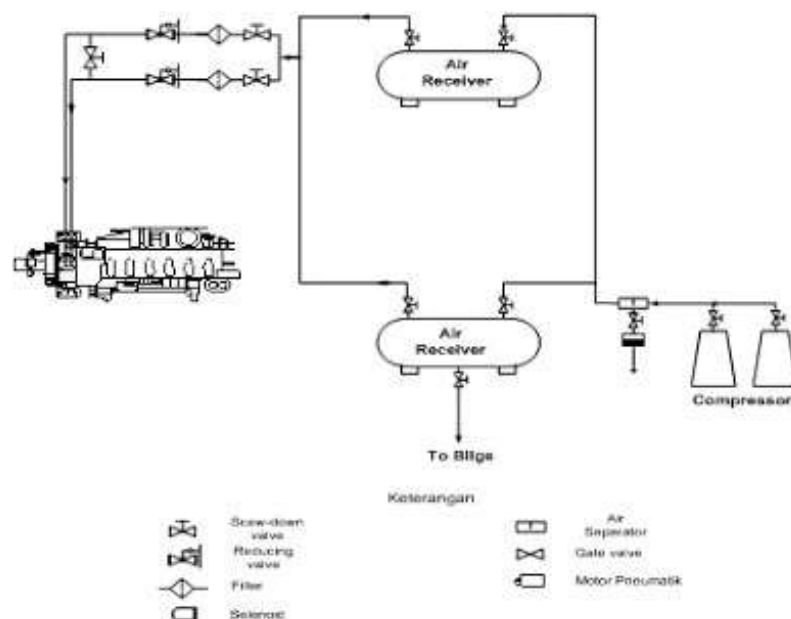
## **3.1 Gambaran Umum Objek Penelitian**

MT. ELEANOR I merupakan kapal pengangkut gas cair (Liquefied Petroleum Gas/LPG Carrier) berbendera Indonesia. Kapal dibangun oleh Shinhama Shipbuilding Co., Jepang dan dilengkapi sistem penanganan muatan, perpipaan, kelistrikan, keselamatan, ventilasi, pendinginan, pelumasan, dan berbagai mesin bantu. Main Air Compressor merupakan salah satu mesin bantu yang berperan menyediakan udara bertekanan untuk starting mesin induk, mesin bantu, sistem kontrol pneumatik, dan kebutuhan udara kerja. Di kapal terdapat dua unit Main Air Compressor sehingga ketika unit Nomor 1 mengalami gangguan, kebutuhan udara dapat dialihkan sementara kepada unit Nomor 2.

Tabel 1. Spesifikasi utama kapal MT. ELEANOR I

| Parameter                     | Spesifikasi                                             |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Name of Vessel                | ELEANOR I                                               |
| Type of Vessel                | Gas Carrier                                             |
| Flag / Port of Registry       | Indonesia / Makassar                                    |
| IMO Number                    | 9005106                                                 |
| Registered Owner              | PT. Bahari Nusantara                                    |
| Builder                       | Shinhama Shipbuilding Co., Japan                        |
| Date of Launching / Delivered | 27 July 1990 / 17 December 1990                         |
| Gross Tonnage / Deadweight    | 3,415.00 tons / 4,316.32 tons                           |
| LOA / LBP                     | 99.60 m / 92.04 m                                       |
| Main Engine                   | Kasaka Diesel, 3,300 PS x 195 rpm; total power 2,425 kW |

Sistem Main Air Compressor menghisap udara dari atmosfer melalui air filter, kemudian udara dikompresi dan dialirkan menuju air receiver. Sebelum masuk ke air receiver, udara melewati perlengkapan seperti stop valve, non-return valve, reducing valve, dan separator untuk mengatur aliran, mencegah aliran balik, mengatur tekanan, serta memisahkan kandungan air atau oli. Air receiver menyimpan udara bertekanan dan dilengkapi drain valve untuk membuang kondensat. Dari air receiver, udara didistribusikan ke sistem starting mesin induk, starting mesin bantu, sistem kontrol pneumatik, dan service air.



Gambar 1. Sistem Main Air Compressor pada kapal MT. ELEANOR I

### 3.2 Kronologi Kerusakan Main Air Compressor Nomor 1

Selama pengamatan pada 23 Mei 2025 ketika kapal berlayar dari Cilegon menuju Dumai, Main Air Compressor Nomor 1 menunjukkan penurunan performa. Pada jam jaga 04.00-08.00, kompresor membutuhkan waktu lebih lama untuk meningkatkan tekanan air receiver, temperatur kerja meningkat, dan terdengar suara tidak normal pada bagian kepala silinder. Gejala tersebut memperlihatkan bahwa proses kompresi tidak berlangsung sebagaimana kondisi normal. Pemeriksaan lebih lanjut kemudian diarahkan pada bagian katup karena adanya indikasi udara bertekanan kembali ke ruang kompresi.

Setelah kepala silinder dibongkar, ditemukan keausan dan endapan karbon pada katup tekan serta gangguan pada sistem katup High Pressure dan Low Pressure. Katup yang tidak menutup rapat menyebabkan kebocoran selama langkah kompresi sehingga volume udara yang berhasil diteruskan menuju air receiver berkurang. Pemeriksaan juga menemukan keausan ring piston. Untuk mencegah kerusakan yang lebih besar, unit Nomor 1 dihentikan dan suplai udara sementara dialihkan ke Main Air Compressor Nomor 2. Kondisi ini penting karena pengoperasian satu unit secara terus-menerus dapat meningkatkan beban kerja dan frekuensi operasi kompresor cadangan.

### **3.3 Perubahan Tekanan pada Berbagai Kondisi Operasi**

Pengukuran tekanan dilakukan pada empat kondisi operasi, yaitu normal sebelum kerusakan, mendekati abnormal, abnormal, dan setelah overhaul. Data diambil pada interval waktu yang sama untuk memperlihatkan perubahan laju pembentukan tekanan. Kondisi normal tanggal 20 Mei 2025 menunjukkan tekanan meningkat dari 10 bar pada menit ke-3 menjadi 29 bar pada menit ke-15. Pada 22 Mei 2025, ketika mendekati abnormal, tekanan akhir turun menjadi 25 bar. Pada 25 Mei 2025 saat kondisi abnormal, tekanan hanya mencapai 15 bar dalam 15 menit. Setelah overhaul pada 29 Mei 2025, tekanan kembali meningkat dan mencapai 30 bar pada menit ke-15.

Tabel 2. Perbandingan tekanan Main Air Compressor Nomor 1

| <b>Waktu (menit)</b> | <b>Normal (bar)</b> | <b>Mendekati abnormal (bar)</b> | <b>Abnormal (bar)</b> | <b>Setelah overhaul (bar)</b> |
|----------------------|---------------------|---------------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| 3                    | 10                  | 9                               | 8                     | 10                            |
| 6                    | 14                  | 14                              | 9                     | 15,5                          |
| 9                    | 21                  | 18                              | 10                    | 21                            |
| 12                   | 26                  | 22                              | 12                    | 25                            |
| 15                   | 29                  | 25                              | 15                    | 30                            |

Pada kondisi normal, kenaikan tekanan berlangsung stabil dan menjadi acuan performa awal. Ketika mendekati abnormal, selisih terhadap kondisi normal mulai terlihat sejak menit ke-9: tekanan hanya 18 bar dibandingkan 21 bar pada kondisi normal, kemudian 22 bar dibandingkan 26 bar pada menit ke-12, dan 25 bar dibandingkan 29 bar pada menit ke-15. Pola ini menunjukkan bahwa kompresor masih dapat beroperasi, tetapi laju pembentukan tekanan mulai menurun dan memerlukan pemeriksaan sebelum berkembang menjadi kerusakan yang lebih serius.

Pada kondisi abnormal, tekanan meningkat sangat lambat dari 8 bar pada menit ke-3 menjadi hanya 15 bar pada menit ke-15. Dibandingkan kondisi normal sebesar 29 bar pada menit ke-15, terjadi penurunan kemampuan produksi tekanan sebesar 14 bar atau sekitar 48,3%. Perbedaan ini menunjukkan bahwa kebocoran pada proses kompresi telah cukup besar untuk mengurangi kemampuan kompresor memenuhi kebutuhan udara. Setelah overhaul, tekanan pada menit ke-15 mencapai 30 bar, meningkat 15 bar dibandingkan kondisi abnormal dan sedikit lebih tinggi daripada kondisi normal sebelum kerusakan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tindakan perbaikan berhasil memulihkan proses kompresi.

### **3.4 Faktor Penyebab Kerusakan**

Faktor utama yang ditemukan adalah kerusakan katup High Pressure dan Low Pressure. Permukaan katup mengalami keausan dan terdapat penumpukan kotoran serta endapan karbon. Ketika permukaan katup dan valve seat tidak lagi dapat menutup rapat, udara yang seharusnya diteruskan ke tahap kompresi berikutnya atau ke air receiver mengalami kebocoran kembali ke ruang silinder. Endapan karbon juga menghambat gerakan buka-tutup katup sehingga respons katup terhadap perbedaan tekanan menjadi tidak optimal. Hasil pemeriksaan tersebut konsisten dengan penelitian yang

menghubungkan penurunan kinerja kompresor dengan gangguan katup, kebocoran, dan keausan komponen [3]-[7].

Keausan juga dipengaruhi frekuensi kerja yang tinggi. Katup membuka dan menutup berulang selama kompresor beroperasi sehingga permukaan katup, valve seat, dan pegas menerima beban mekanis secara terus-menerus. Apabila pemeriksaan berkala tidak dilakukan secara optimal, keausan dapat berkembang hingga menimbulkan kebocoran kompresi. Selain katup, pemeriksaan lapangan juga menemukan keausan ring piston. Ring piston yang aus meningkatkan kemungkinan kebocoran di dalam silinder dan memperbesar penurunan efisiensi kompresi. Sistem pelumasan dan pendinginan turut diperiksa karena kondisi keduanya berhubungan dengan temperatur dan keandalan komponen selama pengoperasian.



Gambar 2. Komponen katup Main Air Compressor setelah pembongkaran

Temuan lapangan memperlihatkan bahwa gangguan tidak terjadi secara tiba-tiba tanpa tanda awal. Sebelum kondisi abnormal, laju kenaikan tekanan sudah menurun dari 29 bar menjadi 25 bar pada menit ke-15 dan waktu pengisian air receiver bertambah. Gejala ini sejalan dengan pemantauan kondisi yang menempatkan perubahan parameter operasi sebagai indikator awal kerusakan [8], serta dengan analisis gangguan reciprocating air compressor yang menekankan identifikasi gejala sebagai dasar penentuan tindakan korektif [9]. Dengan demikian, perubahan tekanan, charging time, temperatur, suara, dan getaran perlu diperlakukan sebagai indikator kondisi kompresor, bukan hanya sebagai data operasi rutin.

### **3.5 Dampak Kerusakan terhadap Kinerja dan Operasional**

Kerusakan katup memberikan dampak langsung berupa penurunan tekanan udara. Pada kondisi normal, kompresor menghasilkan 29 bar dalam 15 menit, sedangkan pada kondisi abnormal hanya 15 bar dalam waktu yang sama. Penurunan ini terjadi karena sebagian udara bertekanan tidak dapat diteruskan secara maksimal menuju air receiver. Tekanan yang rendah juga memperpanjang waktu pengisian botol angin. Akibatnya, ketersediaan starting air dan udara untuk sistem pneumatik menjadi lebih lambat dipulihkan setelah digunakan.

Dampak berikutnya adalah meningkatnya waktu kerja kompresor untuk mencapai tekanan yang dibutuhkan. Kompresor yang bekerja lebih lama menerima beban operasi lebih besar dan temperatur kerja dapat meningkat. Ketika unit Nomor 1 dihentikan, kebutuhan udara harus dialihkan kepada unit Nomor 2. Pengalihan ini menjaga ketersediaan udara untuk sementara, tetapi apabila berlangsung lama dapat meningkatkan frekuensi dan beban pengoperasian unit cadangan. Oleh karena itu, kerusakan satu unit Main Air Compressor berpotensi memengaruhi keandalan sistem udara bertekanan secara keseluruhan dan kesiapan operasional kapal.

### 3.6 Hasil Wawancara Awak Kapal

Wawancara dengan awak kapal bagian mesin memperkuat hasil observasi dan pemeriksaan komponen. Responden menyatakan bahwa penyebab utama penurunan kinerja adalah kerusakan katup High Pressure dan Low Pressure yang mengalami keausan dan endapan karbon. Tanda kerusakan yang dikenali meliputi tekanan udara menurun, waktu pengisian botol angin lebih lama, dan suara tidak normal pada bagian kepala silinder. Pemeriksaan dilakukan setelah pembongkaran cylinder head untuk melihat kondisi fisik katup, permukaan valve seat, dan kemungkinan katup tidak menutup sempurna. Tindakan yang dilakukan adalah membersihkan komponen katup, memperbaiki atau mengganti katup yang rusak, kemudian melakukan pengujian kembali.

Tabel 3. Ringkasan hasil wawancara terkait kerusakan Main Air Compressor

| Aspek                   | Hasil Wawancara                                                                                        |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Penyebab utama          | Kerusakan katup High Pressure dan Low Pressure; katup aus dan terdapat endapan karbon.                 |
| Tanda kerusakan         | Tekanan udara menurun, pengisian botol angin lebih lama, dan suara tidak normal pada kepala silinder.  |
| Dampak                  | Terjadi kebocoran saat kompresi sehingga tekanan berkurang dan kinerja kompresor tidak optimal.        |
| Pemeriksaan             | Cylinder head dibongkar untuk melihat keausan, karbon, dan kemampuan katup menutup sempurna.           |
| Tindakan perbaikan      | Pemeriksaan, pembersihan komponen katup, dan penggantian katup yang mengalami kerusakan.               |
| Hasil setelah perbaikan | Setelah overhaul, tekanan kembali mencapai tekanan kerja sesuai standar.                               |
| Pencegahan              | Pemeriksaan katup berkala, pembersihan karbon, dan pelaksanaan Planned Maintenance System.             |
| Dampak operasional      | Gangguan Main Air Compressor dapat mengganggu starting mesin induk, mesin bantu, dan sistem pneumatik. |

### 3.7 Perbaikan dan Perawatan

Langkah penanganan dimulai dengan pemeriksaan kondisi katup High Pressure dan Low Pressure melalui pembongkaran cylinder head. Pemeriksaan dilakukan pada permukaan katup, valve seat, pegas, dan bagian yang berpotensi menimbulkan kebocoran. Endapan karbon dan kotoran dibersihkan agar permukaan katup dapat kembali rapat saat menutup. Apabila keausan atau kerusakan telah melewati kondisi yang dapat diperbaiki, komponen diganti sesuai standar manual book kompresor. Penggantian bertujuan mengembalikan kemampuan katup dalam mengatur aliran udara selama langkah hisap dan tekan.

Setelah perbaikan, kompresor diuji kembali dengan mengamati peningkatan tekanan dan waktu pengisian air receiver. Hasil pengujian menunjukkan tekanan mencapai 30 bar dalam 15 menit.

Dibandingkan 15 bar pada kondisi abnormal, peningkatan tersebut menunjukkan bahwa pembersihan, perbaikan atau penggantian katup, penggantian komponen yang aus, serta pemeriksaan sistem pendinginan dan pelumasan berhasil mengembalikan performa. Hasil ini menguatkan temuan penelitian terdahulu bahwa tindakan terhadap komponen katup dan pelaksanaan perawatan terjadwal merupakan bagian penting untuk memulihkan dan mempertahankan kinerja Main Air Compressor [3]-[7].

Pencegahan kerusakan berulang dilakukan melalui Planned Maintenance System (PMS), pemeriksaan berkala pada katup High Pressure dan Low Pressure, pembersihan endapan karbon, pemeriksaan valve seat dan pegas, monitoring tekanan serta charging time, dan pengawasan terhadap suara atau getaran tidak normal. Suku cadang yang digunakan perlu sesuai standar pabrikan. Pelaksanaan perawatan yang disiplin memungkinkan gejala penurunan performa diketahui sebelum berkembang menjadi kerusakan yang menuntut penghentian unit. Dengan dua unit Main Air Compressor di kapal, keandalan masing-masing unit tetap penting agar satu unit tidak menerima beban pengoperasian berlebihan akibat kerusakan unit lainnya.

### **3.8 Keterkaitan Temuan dengan Penelitian Terdahulu**

Temuan penelitian memiliki kesesuaian dengan penelitian Susanto dkk. yang menempatkan gangguan pada valve dan saluran udara sebagai faktor penurunan produksi udara [3], serta penelitian Baskoro dkk. yang menunjukkan bahwa gangguan pada concentric valve dan unloader valve menurunkan tekanan kompresor [4]. Hasil pemeriksaan di MT. ELEANOR I juga sejalan dengan Arfianto dkk. yang mengidentifikasi kebocoran katup dan keausan piston ring sebagai penyebab tekanan kompresi menurun [5]. Kesamaan paling dekat terlihat pada penelitian Tjahjono dkk. karena sama-sama menunjukkan bahwa kerusakan katup LP dan HP menyebabkan proses kompresi tidak sempurna dan mengurangi tekanan udara [6].

Perbedaan utama penelitian ini adalah tersedianya rangkaian data kondisi dari normal, mendekati abnormal, abnormal, hingga setelah overhaul pada unit Main Air Compressor Nomor 1 di MT. ELEANOR I. Data tersebut memperlihatkan proses penurunan kinerja secara bertahap dari 29 bar menjadi 25 bar dan kemudian 15 bar dalam 15 menit, serta pemulihan menjadi 30 bar setelah tindakan perbaikan. Dengan demikian, hasil penelitian tidak hanya mengidentifikasi komponen yang rusak, tetapi juga memperlihatkan perubahan performa sebelum dan sesudah penanganan serta menghubungkannya dengan temuan fisik berupa keausan dan endapan karbon pada katup.

## **4. KESIMPULAN**

Kerusakan Main Air Compressor Nomor 1 di MT. ELEANOR I terutama disebabkan oleh gangguan pada katup High Pressure dan Low Pressure berupa keausan permukaan dan penumpukan karbon yang menyebabkan katup tidak dapat menutup sempurna, disertai keausan ring piston yang memperbesar potensi kebocoran kompresi. Dampak kerusakan terlihat pada penurunan kemampuan menghasilkan udara bertekanan dan bertambahnya waktu pengisian air receiver; tekanan yang pada kondisi normal mencapai 29 bar dalam 15 menit turun menjadi 15 bar pada kondisi abnormal. Penanganan dilakukan melalui pemeriksaan sistem katup, pembersihan endapan karbon, perbaikan atau penggantian katup yang rusak, penggantian komponen aus, serta pemeriksaan sistem pelumasan dan pendinginan. Setelah overhaul, tekanan kembali mencapai 30 bar dalam 15 menit. Untuk mencegah kerusakan berulang, pemeriksaan katup, pembersihan karbon, monitoring tekanan dan charging time, penggunaan suku cadang sesuai standar, dan pelaksanaan Planned Maintenance System perlu dilakukan secara disiplin dan berkala.

## **REFERENSI**

- [1] Sularso and H. Tahara, *Pompa dan Kompresor: Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan*. Jakarta, Indonesia: Pradnya Paramita, 2000.

- [2] Burhan and H. Susanto, *Kompresor Udara dan Penggunaannya pada Sistem Permesinan Kapal*, n.d.
- [3] H. Susanto, M. H. Saleh, and P. Kurniasih, "Optimalisasi turunny kinerja pada *main air compressor* terhadap kebutuhan udara dalam olah gerak di kapal MV. Oriental Jade," *Indonesian Journal of Marine Engineering*, vol. 1, no. 1, pp. 24–31, Feb. 2024, doi: 10.46484/ijme.v1i1.534.
- [4] L. H. B. Baskoro, D. Prasetyo, and R. Utari, "Penyebab turunny kinerja kompresor udara tiga tingkat pada saat proses olah gerak di kapal MV. Oriental Jade," *Indonesian Journal of Marine Engineering*, vol. 2, no. 2, pp. 1–11, Aug. 2025, doi: 10.46484/ijme.v2i2.1021.
- [5] F. Arfianto, D. Prayogo, and K. Yuntoro, "Identifikasi menurunnya tekanan kompresi pada *main air compressor* di MV. Hijau Samudra," *Indonesian Journal of Marine Engineering*, vol. 2, no. 2, pp. 12–22, Aug. 2025, doi: 10.46484/ijme.v2i2.1013.
- [6] A. A. Tjahjono, D. B. Sidharta, and A. R. Zapata, "Analysis of the lack of air pressure generated by the main air compressor No. 1 on board KM. Logistik Nusantara 1," *IWTJ: International Water Transport Journal*, vol. 4, no. 1, pp. 44–48, Oct. 2022, doi: 10.54249/iwtj.v4i1.80.
- [7] A. A. Rosyidah, M. R. Gunarti, A. Prawoto, and A. E. Kristiyono, "Analisis menurunnya kinerja *main air compressor* tipe J.P. Sauer & Sohn WP 81L-100 di kapal MV. Tangguh Sago," *Jurnal Sosial dan Sains (SOSAINS)*, vol. 4, no. 12, pp. 1228–1246, Dec. 2024, doi: 10.59188/jurnalsosains.v4i12.31870.
- [8] S. Lin, T. Hu, and X. Yu, "Research on fault prediction technology of air compressor based on wavelet neural network," in *Multidimensional Signals, Augmented Reality and Information Technologies: Proceedings of 3DWCAI 2023*, R. Kountchev, S. Patnaik, W. Wang, and R. Kountcheva, Eds. Singapore: Springer, 2024, pp. 171–182, doi: 10.1007/978-981-99-7011-7\_13.
- [9] Q.-G. Zhang, "Fault analysis and countermeasure of reciprocating air compressor," 2007.
- [10] Elsevier, "Piston rod," *ScienceDirect Topics*. Accessed: Aug. 21, 2026. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/piston-rod>.
- [11] Elsevier, "Connecting rod," *ScienceDirect Topics*. Accessed: Aug. 21, 2026. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/connecting-rod>.
- [12] Elsevier, "Crankshaft," *ScienceDirect Topics*. Accessed: Aug. 21, 2026. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/crankshaft>.
- [13] Elsevier, "Compressor valve," *ScienceDirect Topics*. Accessed: Aug. 21, 2026. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/compressor-valve>.
- [14] MT. ELEANOR I, "Log book kapal terkait kebocoran sambungan dan kerusakan katup isap serta katup tekanan tinggi," internal ship logbook, 2025, unpublished.
- [15] MT. ELEANOR I, "Laporan perbaikan dan perawatan *Main Air Compressor* Nomor 1 oleh Masinis 4 kepada Kepala Kamar Mesin," internal maintenance report, 2025, unpublished.