



## IDENTIFIKASI PENYEBAB DAN SOLUSI TIDAK BERFUNGSINYA HIDROLIK DECK CRANE NO. 2 PADA KAPAL MV. HABCO CARINA.

Derma Watty Sihombing.<sup>1)</sup>Tri Kismantoro<sup>2)</sup> Almanar Pasaribu<sup>3)</sup> Boedojo Wiwoho<sup>4)</sup> M Rizki Septyanto<sup>5)</sup>

Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta

Jl. Marunda Makmur No.1 Cilincing, Jakarta Utara. Jakarta 14150

Disubmit : 26 Juli 2023

diterima : 31 Juli 2023

### Abstract

*A deck crane is an auxiliary machine on board a ship that is useful for assisting ship operations such as loading and unloading activities or raising and lowering goods that can only be lifted by a deck crane. The deck crane on the writer's ship uses a hydraulic system, which is a system that uses the potential and power of liquid substances.*

*The purpose of this study is to identify the causes of damage to the deck crane and the maintenance that must be done on the deck crane. The research method used in this research is descriptive qualitative. From this research method, the data obtained will be analyzed so as to get an overview and the right solution to solve the problems that occur in this research.*

*Based on the results of this study, the deck crane on the MV. Habco Carina was damaged due to damage to the hydraulic motor and the ineffectiveness of the Plan Maintenance System (PMS) or lack of maintenance on the deck crane. As a result, ship operational activities become hampered and disrupted. The most effective solution to this problem is to replace the hydraulic motor with a new one and improve deck crane maintenance. The most effective treatment is to check the oil level before each deck crane operates.*

*It is hoped that this research can become a reference or reference as well as additional knowledge for readers and writers who experience the same problems as this research.*

*Key Word : Deck crane, hydraulic motor, less maintenance, deck crane not working*

### Abstrak

Deck crane adalah permesinan bantu di atas kapal yang berguna untuk membantu kegiatan operasional kapal seperti kegiatan bongkar muat ataupun menaikkan dan menurunkan barang-barang yang hanya bisa diangkat oleh deck crane. Deck crane di atas kapal penulis menggunakan sistem hidrolik, yaitu sistem yang menggunakan potensi dan tenaga dari zat cair.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi penyebab kerusakan pada deck crane dan perawatan yang harus dilakukan pada deck crane. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif. Dari metode penelitian tersebut, data yang didapatkan akan dianalisa sehingga mendapatkan suatu gambaran dan solusi yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi pada penelitian ini.

Berdasarkan hasil penelitian ini, deck crane pada kapal MV. Habco Carina mengalami kerusakan karena rusaknya motor hidrolik dan tidak berjalannya Plan Maintenance System (PMS) atau kurangnya perawatan pada deck crane. Akibatnya, kegiatan operasional kapal menjadi terhambat dan terganggu. Solusi yang paling efektif dari masalah tersebut adalah dengan cara mengganti motor hidrolik dengan yang baru dan meningkatkan perawatan pada deck crane. Perawatan yang paling efektif adalah dengan cara memeriksa level oli setiap sebelum deck crane beroperasi. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi suatu acuan atau referensi serta tambahan ilmu bagi para pembaca dan penulis yang mengalami permasalahan yang sama dengan penelitian ini.

*Kata Kunci : Deck crane, motor hidrolik, kurangnya perawatan, tidak berfungsinya deck crane*

## 1. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Transportasi laut merupakan salah satu transportasi yang berguna untuk memindahkan suatu barang dari suatu tempat ke tempat yang lain. Hal ini menjadi salah satu penunjang bisnis dan ekonomi baik skala nasional maupun internasional. Salah satu barang yang sering dipindahkan menggunakan transportasi laut adalah batu bara.

Dalam pemindahan batu bara ke dalam kapal, banyak alat yang digunakan, salah satunya adalah hidrolik *deck crane*. Hidrolik *deck crane* sangat penting dalam proses bongkar muat di atas kapal. Selain muatan *crane* tersebut juga penting dalam pengangkutan barang-barang lain seperti *spare part* dalam jumlah yang banyak dan berat, kebutuhan crew kapal, dan lain-lain. Hidrolik *deck crane* banyak terdapat di kapal kapal curah, kebanyakan pada kapal curah 5 palka.

Kelancaran operasional hidrolik *deck crane* juga sangat penting untuk dijaga dan dilakukan. Salah satu bagian permesinan yang penting untuk diperhatikan dan dirawat adalah motor hidrolik. Berdasarkan praktek laut yang saya lakukan di kapal MV. HABCO CARINA, saya pernah mengalami masalah pada motor hidrolik dan juga perawatan pada hidrolik *deck crane* tidak berjalan atau PMS (*Plan Maintenance System*) tidak berjalan sehingga operasional hidrolik *deck crane* tidak normal dan proses bongkar muat terhambat.

Hidrolik *deck crane* sangat penting untuk proses bongkar muat di atas kapal, karena perusahaan juga harus ada estimasi waktu yang harus ditepati agar tidak terhambat.

Berdasarkan alasan diatas, maka penulis terdorong untuk membuat skripsi dengan judul :

### **“IDENTIFIKASI PENYEBAB DAN SOLUSI TIDAK BERFUNGSIONYA HIDROLIK DECK CRANE NO.2 PADA KAPAL MV. HABCO CARINA”.**

### B. Identifikasi Masalah

1. Kurangnya oli hidrolik didalam sistem.
  2. Tidak berfungsinya motor hidrolik pada hidrolik *deck crane*.
  3. Kelelahan bahan sehingga bagian pada motor hidrolik menjadi cacat/lepas.
  4. Terdapat kotoran atau geram pada oli hidrolik.
  5. Kerusakan pada pompa hidrolik.
  6. Kurangnya perawatan secara berkala pada hidrolik *deck crane*.
- C. Batasan Masalah
1. Tidak berfungsinya motor hidrolik pada hidrolik *deck crane*.
  2. Kurangnya Perawatan secara berkala pada hidrolik *deck crane*.
- D. Rumusan Masalah
1. Apa saja faktor yang menimbulkan tidak berfungsinya motor hidrolik pada hidrolik *deck crane*?
  2. Apa saja perawatan yang perlu dilakukan pada hidrolik *deck crane*?
- E. Tujuan dan Manfaat Penelitian
- Adapun tujuan dan manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :
1. Tujuan Penelitian :
    - a. Untuk mengidentifikasi faktor-faktor apa saja yang menyebabkan tidak berfungsinya hidrolik *deck crane*.
    - b. Untuk mengetahui apa saja perawatan yang perlu dilakukan pada hidrolik *deck crane*.
  2. Manfaat Penelitian

- a. Aspek Teoritis
  - 1) Untuk mengetahui secara luas permasalahan pada hidrolik *deck crane*.
  - 2) Meningkatkan kesadaran crew kapal untuk meningkatkan perawatan pada hidrolik *deck crane*.
  - 3) Memperlancar proses bongkar muat kapal dan kelancaran operasional perusahaan pemilik kapal.
- b. Aspek Praktis
  - 1) Sebagai tambahan ilmu bagi penulis dan pembaca skripsi.
  - 2) Sebagai masukan bagi para masinis di atas kapal.

## 2. Landasan Teori

### A. Crane

*Crane* adalah alat yang berguna untuk memudahkan dalam mengangkat benda yang berat, menaikkan dan menurunkan serta memindahkan benda berat tersebut ke satu tempat atau ke tempat yang lain. *Deck crane* merupakan crane yang terletak diatas kapal, biasanya terletak pada garis tengah kapal untuk lebih mudah memberikan jangkauan pada bagian yang diinginkan. *Deck crane* beroperasi secara berkala saat kapal melakukan proses bongkar muat, dan digunakan dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas. *Deck crane* memiliki batas beban maksimum yang biasa disebut dengan *Safe Working Load (SWL)*.

#### 1) Bagian *deck crane*

##### a. Tiang Crane

Tiang yang menjadi tempat bertumpu *crane* juga dilengkapi dengan gerigi dan *gear* agar *crane* dapat bergerak kekanan dan ke kiri. Serta terdapat lampu yang berfungsi sebagai penerang

dibagian bawah *deck crane* dan di sekitar *deck crane*.

- b. *Boom* atau lengan *crane*  
*Boom* pada *deck crane* adalah bagian yang paling menonjol pada *deck crane* karena berbentuk sangat panjang. *Boom* pada *deck crane* berfungsi sebagai pengangkat dan penahan beban yang akan dipindahkan.
- c. *Cabin Operator*  
*Cabin operator* adalah tempat operator mengoperasikan seluruh *deck crane*. Pada *cabin operator*, terdapat beberapa petunjuk penggunaan *crane*, alat keselamatan, serta kipas untuk operator.
- d. *Inspection door*  
*Inspection door* atau pintu inspeksi adalah pintu untuk melakukan inspeksi pada bagian atas *deck crane*. Terdapat 2 *inspection door* pada *deck crane*, yaitu di bagian paling atas *deck crane* dan di bawah *cabin operator*.
- e. *Wire Crane*  
*Wire* pada *deck crane* terbuat dari tali baja. Fungsi *wire* pada *deck crane* adalah untuk mengangkat beban yang ingin dipindahkan.
- f. *Grab*  
*Grab* pada *deck crane* adalah alat tambahan untuk keperluan bongkar muat, untuk mengangkut muatan sejenis dengan pasir/batuan kecil.
- g. *Hook* atau pengait  
*Hook* atau pengait pada *deck crane* berfungsi sebagai pengait antara *deck crane* dengan muatan yang akan dipindahkan.

## B. Hidrolik

Kata hidrolik berasal dari bahasa Greek atau orang Yunani yakni dari kata *hydro*

yang berarti air dan *aulos* yang berarti pipa. Sehingga hidrolik dapat diartikan sebagai system yang menerapkan pipa dan cairan.

Ditambahkan oleh D. Merkle, B. Schradder (2003) "*hydraulic is the science of forces and movements transmitted by means of liquids*". Artinya hidrolik adalah ilmu tentang kekuatan dan Gerakan yang ditransmisikan dengan cairan. Menurut kamus, kata "hidrolika" didefinisikan sebagai sebuah cabang ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan aplikasi praktis (seperti transmisi energi atau efek aliran) cairan yang bergerak (Rosario, 2015).

### 1). Prinsip Kerja Hidrolik

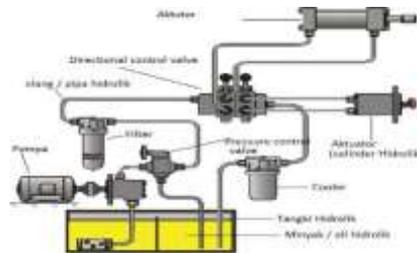
Menurut Sularso & Haruo.T (1994) dalam aplikasinya hukum pascal adalah dasar dari sistem hidrolik.

Awal mula ditemukannya hukum pascal sebelum abad ke- 17. Ilmuwan Blaise Pascal meletakkan dasar untuk pengembangan lebih lanjut teori hidrolik dengan pengamatan historisnya : Tekanan pada titik mana pun dalam cairan statis identik dalam semua arah, dan tekanan yang diberikan pada cairan tertutup mitted tanpa tujuan ke segalaarah, bertindak dengan kekuatan yang sama pad area yang sama. Hukum pascal menyatakan bahwa, Ketika ada peningkatan tekanan padatitik mana pun dalam cairan yang terkandung, ada yang sama meningkat di setiap titik lain dalam wadah. Pentransmisian fluida tersebut akan keluar melalui permukaan atau area yang rata (Srivastava, Sood, Joy, & Mandal, 2010). Intensitas tekanan pada suatu titik dalam fluida saat istirahat adalah

sama di semua arah (Al-Shemmeri, 2012).

Ditambahkan oleh (Schuren & Mohr, 2014) prinsip pascal berarti cairan yang tidak dapat dimampatkan mentransmisikan tekanan yang diberikan. Itu bisa dibuktikan dengan membuat beberapa bukaan serupa secara tertutup tabung pasta gigi. Jika ada tekanan di setiap titik pada tabung, pasta gigi akan merata keluar dari semua lubang.

## 2). Komponen Mesin Hidrolik Pada Deck Crane



Gambar 2.1 Sistem Hidrolik

Komponen sistem hidrolik secara umum terdiri dari :

### a. Selang / Pipa Hidrolik (Hydraulic Lines)

Saluran hidrolik digunakan untuk menyambung berbagai komponen untuk penyaluran zat cair dalam sebuah sirkuit. *Hose* / selang digunakan jika dibutuhkan fleksibilitas, seperti jika komponen yang saling bergerak satu sama lain. *Hose* dapat menyerap getaran dan mampu menahan berbagai tekanan.

### b. Tangki Hidrolik (Hydraulic Tank)

Fungsi utama dari *hydraulic oil tank* adalah untuk menyimpan oli dan memastikan bahwa terdapat

cukup oli yang dibutuhkan oleh sistem, tangki ini memiliki kapasitas 100 lt.

### c. Pompa Hidrolik (Hydraulic Pump)

Pompa hidrolik mengubah energi mekanik menjadi energi hidrolik, fungsi pompa ini adalah untuk memasok sistem hidrolik dengan aliran oli yang mencukupi sehingga sirkuitnya mampu beroperasi pada kecepatan yang benar. Pompa dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu *non positive displacement* dan *positive displacement*. Contoh jenis pompa yang digunakan pada sistem hidrolik adalah *sentrifugal impeller, gear pump, vane pump, piston pump*.

### d. Motor Hidrolik

Motor hidrolik adalah hidrolik motor merupakan sebuah aktuaktor mekanik yang dapat mengkonversi aliran serta tekanan hidrolik untuk diubah menjadi torsi atau tenaga putaran. Pompa hidrolik memiliki peranan sebagai penghasil tekanan dan aliran tertentu pada suatu sistem hidrolik, lain halnya dengan hidrolik motor yang bertugas mengkonversi kembali tekanan hidrolik menjadi tenaga putar. Motor hidrolik dapat berkerja pada dua arah putaran motor sesuai dengan kebutuhan penggunaan.

### e. Aktuator

Aktuator merupakan komponen *output* dari sistem hidrolik. Ada dua macam aktuator, yaitu *rotary actuator* yang menyalurkan tenaganya dalam gerakan melingkar atau memutar, dan *linear actuator* yang menyalurkan tenaganya dalam garis lurus. Contoh

*actuator linear* yaitu silinder hidrolik, sedangkan contoh *rotary actuator* adalah *gear motor*, *piston motor*, *vane motor*.

f. *Directional Control Valve*

*Directional Control Valve* (DCV) digunakan untuk menyalurkan minyak hidrolik ke berbagai sirkuit terpisah dalam sistem hidrolik.

g. *Pressure Control Valve*

*Pressure Control Valve* juga dikenal dengan nama *relief valve*. Fungsi *relief valve* adalah untuk memberi perlindungan atau membatasi tekanan maksimum kepada sistem hidrolik sehingga komponen sistem tidak mengalami malfungsi, macet atau terbakar dan line / saluran zat cair tidak terbakar atau bocor pada persambungan. *Relief valve* ini bekerja dengan cara memberikan jalan bagi zat cair sistem untuk dibelokkan ke reservoir ketika pengaturan tekanan *valve* telah dicapai.

h. Filter dan *Strainer Hydraulic oil*

Filter digunakan untuk menyaring kotoran pada oli yang ada di dalam sistem hidrolik.

i. *Control Apparatus*

*Control apparatus* ini berfungsi untuk mengendalikan hidrolik motor seperti, putaran normal atau putaran berbalik, dan untuk mengendalikan kecepatan operasional (lambat, normal, dan cepat).

j. Sistem pengereman atau *brake lining*

Sistem pengereman atau *brake lining* merupakan sistem yang digunakan untuk mengerem pergerakan *deck crane*.

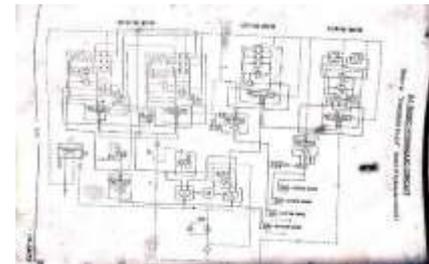
k. *Strainer Inlet*

*Strainer* biasanya dipasang pada bagian dalam reservoir dan di benamkan dalam oli hidrolik. Oli hidrolik mengalir melalui elemen filter. Jika filter terhambat, maka tekanan pada bagian dalam akan turun (pompa mengisap) dan oli dapat mengalir melewati *bypass valve*.

l. Pendingin / *Oil Cooler*

*Hydraulic oil cooler* digunakan untuk mendinginkan minyak hidrolik yang bergerak menyerap dan mengangkut panas yang dihasilkan dari komponen hidrolik seperti silinder dan pompa. Pendingin dibagi menjadi dua, *air cooler* dan *water cooler*.

### 3). Prinsip Kerja Hidrolik pada *Deck Crane*



Gambar 2.2 Sistem Hidrolik Pada *Deck Crane*

Prinsip kerja sistem hidrolik pada *deck crane* yaitu dengan menggunakan media oli hidrolik yang tersimpan dalam tanki. Lalu dengan menggunakan gaya gravitasi oli tersebut turun melewati filter atau saringan dan *pressure control valve* yang berfungsi untuk mengontrol tekanan oli yang masuk kedalam sistem. Setelah itu oli akan dipompa oleh pompa hidrolik bergerak menuju ke *directional control valve* atau *relief valve* yang berfungsi sebagai *safety device* dan juga untuk mengubah arah aliran oli hidrolik ke

dalam actuator. Lalu oli hidrolik akan masuk ke dalam motor hidrolik untuk menggerakkan drum *wire* pada *deck crane*. Lalu setelah itu, oli akan kembali ke pompa melewati filter untuk disaring dari kotoran dan geram serta melewati *cooling fan* untuk didinginkan.

### 3. Metode

#### A. Waktu dan Tempat Penelitian

##### 1). Waktu

Waktu penelitian dilakukan dari tanggal 05 Maret 2021 sampai 31 Januari 2022.

##### 2). Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di atas kapal MV. Habco Carina.

#### B. Metode Pendekatan

Peneliti di dalam skripsi ini menggunakan metode pendekatan deskriptif kualitatif. Menurut Moloeng, (2007:6) penelitian kualitatif adalah penelitian dengan tujuan untuk memahami fenomena mengenai apa yang dialami subyek penelitian secara menyeluruh dengan cara deskripsi dalam bentuk kata-kata serta bahasa, pada konteks khusus yang dialami serta dengan memanfaatkan berbagai metode ilmiah.

#### C. Sumber Data

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjelaskan dan membantu pemecahan masalah yang penulis ambil untuk penelitian ini, salah satu yang digunakan untuk membantu hal tersebut adalah sumber data. Sumber data yang akan penulis gunakan pada penelitian ini adalah sumber data primer dan sumber data sekunder :

##### 1) Data Primer

Menurut Sugiyono (2018:456) Data primer yaitu sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data. Data dikumpulkan sendiri oleh peneliti langsung dari sumber pertama atau tempat objek penelitian dilakukan. Pada penelitian ini, penulis mengambil dan memperoleh data primer langsung di tempat penelitian dilakukan. Penelitian dilakukan pada kapal MV. HABCO CARINA pada hidrolik *deck crane* no.2.

##### 2) Data Sekunder

Menurut Sugiyono (2018:456) data sekunder yaitu sumber data yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data atau melewati orang ketiga (perantara), misalnya lewat orang lain atau lewat dokumen. Dalam penelitian ini, data sekunder penulis peroleh dari buku-buku manual dan jurnal yang berkaitan dengan hidrolik *deck crane*. Serta pertanyaan-pertanyaan yang penulis tanyakan kepada para masinis yang berkaitan dengan masalah yang diangkat penulis.

#### D. Teknik Pengumpulan Data

Teknik atau metode pengumpulan data merupakan hal yang paling penting dan vital dalam penelitian. Hal tersebut dikarenakan apabila peneliti tidak mengetahui metode pengumpulan data yang ingin dilakukan, maka penulis atau peneliti tidak akan mendapatkan data yang diinginkan untuk mengkaji suatu penelitian.

Oleh karena itu, penulis melakukan beberapa teknik

pengumpulan data yaitu sebagai berikut :

1) Observasi

Observasi adalah dasar semua ilmu pengetahuan, melalui observasi peneliti belajar tentang perilaku, dan makna dari perilaku tersebut. Metode ini digunakan untuk mengamati secara langsung peristiwa/fenomena yang menjadi fokus penelitian. (Sugiyono, 2019:297).

2) Wawancara

Menurut Esterberg (2002) wawancara adalah pertemuan dua orang untuk bertukar informasi dan ide melalui tanya jawab sehingga dapat dikonstruksikan makna dalam suatu topik tertentu. Dengan wawancara maka peneliti akan mengetahui hal-hal yang lebih mendalam tentang partisipasi dalam menginterpretasikan situasi dan fenomena yang terjadi dimana hal ini tidak bisa ditemukan melalui observasi. Wawancara yang akan dilakukan oleh peneliti adalah dengan masinis II sekaligus masinis yang bertanggung jawab terhadap hidrolik *deck crane* di atas kapal peneliti, dan perwira-perwira dan Anak Buah Kapal (ABK) yang lain untuk mendapatkan informasi yang diperlukan oleh penulis dalam menyusun skripsi ini. (Sugiyono, 2019:304).

3) Dokumentasi

Dokumen merupakan catatan peristiwa yang sudah berlalu baik berupa tulisan, gambar atau karya-karya monumental dari seseorang. Studi dokumen merupakan pelengkap dari penggunaan metode observasi dan wawancara dalam penelitian

kualitatif (Sugiyono, 2019:314). Dalam penelitian ini, teknik dokumentasi yang dimaksud adalah meliputi :

a. Buku petunjuk manual (*Instruction book manual*)

Dokumen ini sangat penting karena diterbitkan langsung oleh pembuat mesin dan menjadi acuan/panutan para perwira dalam merawat dan memperbaiki suatu permesinan. Di dalam skripsi ini, peneliti mengambil langsung buku petunjuk manual hidrolik *deck crane* dari kapal MV. HABCO CARINA.

b. Laporan pekerjaan harian (*Daily Maintenance Report*)

Laporan pekerjaan harian termasuk kedalam dokumentasi karena berisikan perawatan-perawatan, perbaikan, penjelasan, serta foto-foto yang dilakukan terhadap semua permesinan diatas kapal. Dalam skripsi ini, peneliti akan mengambildata pekerjaan yang hanya dilakukan kepada permesinan hidrolik *deck crane* saja.

E. Populasi dan Sampel

1. Populasi

Menurut Furchan (2004) populasi adalah objek, keseluruhan anggota sekelompok orang, organisasi, atau kumpulan yang telah dirumuskan oleh peneliti dengan jelas. Dalam skripsi ini, populasinya adalah hidrolik *deck crane* pada kapal MV. HABCO CARINA yang berjumlah 4 unit.

## 2. Sampel

Menurut Arikunto (2006: 131) sampel adalah sebagian atau sebagai wakil populasi yang akan diteliti. Jika penelitian yang dilakukan sebagian dari populasi maka bisa dikatakan bahwa penelitian tersebut adalah penelitian sampel.

Dalam skripsi ini, sampel yang akan diteliti adalah hidrolis *deck crane* no.2 pada kapal MV. HABCO CARINA.

## F. Teknik Analisis Data

Analisis data menurut Sugiyono (2018:482) adalah proses mencari dan menyusun secara sistematis data yang diperoleh dari hasil wawancara, catatan lapangan dan dokumentasi dengan cara mengorganisasikan data ke dalam kategori, menjabarkan ke dalam unit-unit, melakukan sintesa, menyusun ke dalam pola, memilih mana yang penting dan yang akan dipelajari, dan membuat kesimpulan sehingga mudah dipahami oleh diri sendiri maupun orang lain. Sedangkan menurut Moleong (2017:280-281) analisis data adalah proses mengorganisasikan dan mengurutkan data ke dalam pola, kategori, dan satuan uraian dasar sehingga dapat ditemukan tema dan dapat dirumuskan hipotesis kerja seperti yang disarankan oleh data.

Teknik analisis data yang akan penulis gunakan dalam skripsi ini adalah metode deskriptif kualitatif. Menurut I Made Winartha (2006:155), metode analisis deskriptif kualitatif adalah menganalisis, menggambarkan, dan meringkas berbagai kondisi, situasi dari berbagai data yang dikumpulkan berupa hasil wawancara atau pengamatan mengenai masalah yang

diteliti yang terjadi di lapangan. Penulis mengambil metode ini karena penulis terjun langsung di lapangan untuk mengambil data yang diperlukan untuk membuat skripsi ini. Diharapkan metode deskriptif kualitatif ini bisa membantu penulis dalam penyelesaian masalah pada skripsi ini serta memperjelas penyebab-penyebab masalah pada skripsi ini.

## 4. Analisis Dan Pembahasan

### A. Deskripsi Data

Berikut adalah deskripsi data yang pernah penulis alami pada saat menjalankan praktek di kapal MV. HABCO CARINA :

#### 1) Rusaknya Motor Hidrolik Pada Hidrolik *Deck Crane*

Pada saat MV. HABCO CARINA *anchor* di Bojonegara, Serang, Banten, pada 05 Maret 2021. Penulis melakukan on board pada saat kapal berada disana. Dan pada 07 Maret 2021, kapal memasuki dok, yaitu dok SMI 2. Berdasarkan laporan kerja harian kapal atau *daily maintenance report* yang dibuat oleh masinis IV atau masinis terakhir pada kapal penulis. Di tanggal 11 Maret 2021, terlihat pada saat kapal sudah menaiki *dry dock*, tampak para kru mesin *mendrain* oli hidrolik *deck crane* no.1 sampai dengan no.4 dikarenakan kapal tersebut kurang lebih tidak beroperasi selama kurang lebih 1 tahun, maka oli hidrolik pada *deck crane* di ganti.

Setelah dilakukan pengisian oli hidrolik pada

semua *deck crane*, maka pada tanggal 24 Maret 2021, para masinis melakukan *running test* pada semua *deck crane*. Pada saat itu ditemukan *brake loss* pada *deck crane* no.4 yaitu dimana keadaan disaat *deck crane* melakukan pengereman, *deck crane* tidak langsung mengerem melainkan sedikit terlambat.

Karena ditemukan masalah pada *deck crane* no.4 maka pihak kantor memutuskan untuk memanggil teknisi *deck crane* untuk memeriksa apakah ada kerusakan atau tidak, karena para kru kapal pada saat itu memutuskan tidak mampu memeriksa dan memperbaiki *deck crane* dikarenakan tempat dan keadaan yang tidak memadai. *Deck crane* kapal MV. HABCO CARINA tidak memiliki lantai pijakan pada bagian atas luar *deck crane*. Sehingga Kepala Kamar Mesin (KKM) memutuskan bahwa hal itu membahayakan kru mesin dan tidak ada yang berkompeten dan berani untuk melakukan perbaikan jika ada kerusakan. Setelah pihak kantormengetahui hal tersebut, mereka langsung memanggil teknisi untuk memeriksa *deckcrane*.

Pada tanggal 20 April 2021, pihak teknisi datang ke kapal MV. HABCO CARINA. Para teknisi langsung memeriksa keadaan *deck crane* no.4. Setelah dilakukan pemeriksaan dan tes menjalankan *deck crane*, mereka menemukan masalah pada hidrolik motor *deck crane* no.4.

Setelah pihak teknisi berdiskusi dengan awak kapal dan pihak kantor. Keputusan yang diambil adalah dengan menukarkan hidrolik motor *deck crane* no.4 dengan *deck crane* no.2. Dengan alasan motor hidrolik *deck crane* no.2 masih cukup baik untuk digunakan dan untuk kelancaran bongkar muat. Karena palka no.5 hanya bisa diisi oleh *deck crane* no.4, maka ditukar lebih dahulu agar bongkar muat bisa tetap berjalan sementara dilakukan perbaikan pada motor hidrolik yang mengalami kerusakan.

Pada tanggal 21 April 2021 sampai dengan 25 April 2021 teknisi *deck crane* menukarkan hidrolik motor dari *deck crane* no.2 ke *deck crane* no.4 dan dari *deck crane* no.4 ke *deck crane* no.2. Dengan di bantu oleh para awak kapal terutama dari kru mesin.

Setelah selesai dilakukan pemasangan, kemudian dilaksanakan *test* pada masing-masing *deck crane*. *Deck crane* no.4 berjalan normal. Dan pada *deck crane* no.2 ditemukan pada saat *boom*/lengan *deck crane* no.2 dinaikkan, naiknya menjadi sangat lambat dari keadaan normal. Padahal pada saat pengetesan, tidak digunakan beban maupun *grab*. Setelah dilakukan penukaran hidrolik motor tersebut, bongkar muat pada kapal hanyamenggunakan 3 *deck crane* ataumenggunakan *floating crane*.

Setelah dilakukan penukaran dari *deck crane* no.4

ke *deck crane* no.2 dan sebaliknya. Pihak kantor pada bulan Mei 2021 kembali menggunakan jasa teknisi untuk memperbaiki *deck crane* no.2. Pada tanggal 28 Mei 2021, pada saat kapal melakukan *anchor* di Surabaya, teknisi datang ke kapal. Kali ini, teknisi yang digunakan adalah teknisi dari perusahaan dalam negeri karena pihak kantor ingin menghemat biaya sekaligus mencoba apakah teknisi perusahaan dalam negeri sama berkualitasnya seperti teknisi perusahaan luar negeri. Karena sebelumnya, teknisi yang dipakai adalah teknisi Alatas, perusahaan asal Singapura. Hari itu juga, teknisi tersebut datang dan langsung bekerja dengan dibantu oleh kru kapal, khususnya kru mesin.

Pada tanggal 31 Mei 2021, Hidrolik motor berhasil diturunkan ke *main deck* kapal. Teknisi serta kru mesin membongkar hidrolik motor. Sebelum dibongkar, *shaft* dari hidrolik motor dicoba diputar secara manual menggunakan kunci pipa. Tetapi walaupun menggunakan kunci pipa dan disambung dengan pipa panjang, *shaft* dari hidrolik motor tersebut susah untuk diputar. Akhirnya pihak kapal, dan teknisi terlebih dahulu berkoordinasi dengan pihak kantor, memutuskan untuk membongkar hidrolik motor tersebut.

Pada saat melakukan pembongkaran ditemukan nyaris seluruh *o-ring* sudah mengalami kerusakan walaupun tidak ada yang sampai putus.

Akibat dari hal tersebut seluruh *o-ring* tersebut diganti dengan yang baru, dan di atas kapal terdapat *spare o-ring* yang sesuai dengan merk hidrolik motor tersebut yaitu IHI. Pembongkaran hidrolik motor pada saat itu ternyata hanya bertujuan untuk memeriksa *o-ring* apakah ada yang rusak atau tidak karena didalam mesinnya tidak dibongkar. Karena keterbatasan waktu juga yaitu teknisi juga harus turun pada saat selesai melakukan bongkar muat di Surabaya yang saat itu bongkar muatnya menggunakan *crane* darat saat kapal sandar di pelabuhan.

Setelah dilakukan penggantian *o-ring* dan dirakit kembali. Hidrolik motor kembali dipasang ke *deck crane* no.2. Lalu pada tanggal 5 Juni 2021. Hidrolik motor selesai dipasang pada *deck crane* no.2. Setelah dilakukan pengetesan, kondisi *deck crane* masih sama seperti kemarin, penaikan *boom* atau lengan *deck crane* masih agak lambat dari keadaan normal atau *deck crane* yang lainnya.

Setelah pemasangan hidrolik motor dan *deck crane* no.2 masih belum normal berjalan. Akhirnya pihak kantor dan awak kapal berdiskusi dan memutuskan untuk mengganti hidrolik motor pada *deck crane* no.2 dengan yang baru.

Pada tanggal 13 Oktober 2021, *spare part deck crane* yang diminta dan dibutuhkan datang ke kapal. Termasuk hidrolik motor yang baru dan *spare part* lainnya. Pihak kantor pun kembali menggunakan jasa

teknisi. Kali ini teknisi yang dipakai pihak kantor adalah teknisi perusahaan luar negeri yaitu Alatas, karena menurut mereka, walaupun mahal, tetapi mereka lebih berpengalaman dan lebih berkompeten dalam melaksanakan tugas seperti ini.

Pada tanggal 4 November 2021, teknisi *deck crane* datang ke kapal dan langsung melaksanakan penggantian hidrolik motor yang lama dengan yang baru. Pada tanggal 6 November 2021, hidrolik motor yang rusak berhasil diturunkan dan atas instruksi pihak kantor. Teknisi dan kru kapal diminta agar mencari tahu apa penyebab dari rusaknya hidrolik motor tersebut. Setelah dibongkar, ternyata ditemukan sejenis teflon di dalam sistem hidrolik motor tersebut.



Gambar 4.1 Teflon di dalam motor hidrolik

Setelah ditemukan teflon tersebut, hidrolik motor yang lama kembali dirakit dan ditaruh di kapal sebagai *spare* jika suatu saat nanti terjadi kerusakan pada hidrolik motor kembali.

Kemudian pada tanggal 7 November 2021, teknisi kapal memasang hidrolik motor yang baru pada *deck crane* no.2. Dan pada tanggal 9 November 2021,

ketika sedang melakukan *anchor* di Muara Berau, hidrolik motor selesai dipasang pada *deck crane* no.2. Setelah dilakukan pengisian oli hidrolik selanjutnya dilaksanakan pengetesan tanpa menggunakan beban dan juga menggunakan beban kemudian diperoleh hasil yang baik dan normal sesuai dengan *deck crane* yanglainnya.

## 2) Kurangnya Perawatan Pada *Deck Crane*

Pada saat penulis melakukan praktek layar di kapal MV. HABCO CARINA, kapal tersebut baru dibeli dan diambil dari Singapura, serta kapal ini juga diharapkan terus beroperasi dikarenakan *charter* dari pihak perusahaan sudah sangat banyak, hal ini menyebabkan pekerjaan lebih banyak dilakukan di kamar mesin untuk merawat mesin-mesin yang berada di kamar mesin terlebih dahulu. Dan juga belum berjalannya *PMS (Plan Maintenance System)* yang menyebabkan tidak berjalannya perawatan pada *deck crane* secara berkala. Oleh sebab itu, kedua hal tersebut menyebabkan kerusakan pada *deck crane* di kapal MV. HABCO CARINA.

## B. Analisis Data

### 1) Kerusakan Pada Motor Hidrolik

#### a. Kelelahan Bahan Di Dalam Motor Hidrolik

Setiap permesinan memiliki kekuatannya masing-masing, tergantung dari bahan apa dan berapa jam kerja yang mereka

punya. Kelelahan bahan adalah salah satu faktor yang bisa menyebabkan kerusakan pada suatu benda. Suatu permesinan juga bisa mengalami kerusakan apabila terjadi kelelahan bahan ditambah jam kerja pada permesinan tersebut tidak diperiksa secara berkala.

Pengertian dari kelelahan bahan yaitu bahan atau material yang digunakan pada suatu benda atau permesinan mengalami penurunan performa karena jam kerja yang terus berkurang atau pembebanan secara berulang-ulang. Walaupun bahan pada benda atau permesinan tersebut dirawat, kemungkinan terjadinya kelelahan bahan masih ada. Hanya saja kemungkinan tersebut menjadi kecil daripada bahan yang digunakan tidak dirawat.

Penyebab dari kelelahan bahan yang terjadi pada motor hidrolik antara lain yaitu :

i. Pemakaian

Pemakaian yang diulang secara terus menerus bisa mengakibatkan bahan yang dipakai dalam suatu benda atau permesinan menjadi rusak dan berkurang kualitasnya. Ditambah jika pemakaian atau pengoperasian suatu permesinan tidak sesuai prosedur atau secara tidak teratur.

ii. Pelumasan

Pelumasan yang kurang atau tidak maksimal juga bisa mengakibatkan bahan pada suatu benda atau permesinan berkurang kualitasnya. Apalagi jika bahan-bahan tersebut saling bergesekan satu sama lain. Dibutuhkan pelumasan dan kualitas pelumas yang baik untuk menjaga bahan tersebut agar dalam kondisi yang stabil.

iii. Temperatur Temperatur

pada

suatu bahan memiliki batas maksimal untuk dijaga agar bahan pada suatu benda atau permesinan tersebut tetap stabil. Dibutuhkan pendinginan dan pelumasan yang baik agar temperatur yang berada didalam bahan tersebut tetap dibawah batas maksimum.

b. Kotornya Oli Hidrolik Di Dalam Sistem

Oli hidrolik yang kotor di dalam sistem hidrolik bisa menjadi salah satu penyebab rusaknya motor hidrolik. Karena salah satu sifat oli hidrolik yaitu melumasi dan mendinginkan bagian-bagian motor hidrolik yang bergesekan dan bekerja. Apabila oli hidrolik tersebut kotor dan dipenuhi dengan geram-geram, kotoran dan geram tersebut bisa merusak komponen hidrolik ataupun membuat *running hours*

komponen hidrolis tersebut berkurang. Berikut beberapa penyebab oli hidrolis kotor :

- Filter yang tidak dibersihkan

Filter berguna untuk menyaring suatu fluida dari kotoran-kotoran, begitu juga dengan oli hidrolis. Apabila filter tersebut tidak pernah diperiksa dan dibersihkan maka akan mengakibatkan kemampuan memisahkan kotoran filter tersebut akan semakin berkurang. Sehingga oli hidrolis bisa menjadi kotor dan kotoran akan masuk ke dalam sistem. Bahkan bisa menyebabkan oli hidrolis tersumbat apabila terlalu banyak kotoran di dalam filter.

- Tidak mengganti oli hidrolis secara berkala

Oli juga memiliki jam kerja atau *running hours*, begitu juga dengan oli hidrolis. Oli hidrolis yang tidak diganti terlalu lama ataupun tidak dipakai juga bisa menyebabkan motor hidrolis mengalami kerusakan. Karena daya lumas dan pendinginan yang tidak maksimal lagi sehingga komponen hidrolis mengalami kerusakan.

- Penutupan tanki yang tidak rapat

Penutupan tutup tanki oli hidrolis juga bisa menyebabkan oli

hidrolis terkontaminasi oleh kotoran. Karena debu dan kotoran akan masuk ke dalam tanki, ditambah jika kapal tersebut memuat muatan yang banyak mengeluarkan debu atau asap. Jika tutup tanki tidak ditutup dengan rapat dan sempurna maka debu bisa masuk ke dalam oli hidrolis dan bisa masuk ke dalam sistem hidrolis.

- c. *Deck Crane* Yang Dipaksa Untuk Menyala dan Bekerja

*Deck crane* pada kapal berguna untuk melaksanakan proses bongkar muat ataupun untuk menaikkan barang-barang yang dibutuhkan kapal apabila jumlah barangnya sangat banyak atau bobot barang tersebut sangat berat. Maka dari itu, kondisi yang maksimal dan fit sangat dibutuhkan oleh *deck crane* karena *deck crane* termasuk salah satu alat berat dan penggunaan dari mesin ini juga sangat penting. Apabila kondisi *deck crane* yang tidak maksimal, tetapi tetap dipaksakan untuk menyala dan bekerja maka akan menyebabkan *deck crane* mengalami penurunan performa lebih cepat dan menambah kerusakan pada *deck crane* tersebut.

- d. *Deck Crane* yang lama tidak beroperasi

Pada kapal MV. HABCO CARINA, kapal ini

kurang lebih tidak beroperasi selama kurang lebih 1 tahun berdasarkan informasi yang penulis dapat dari perwira di atas kapal serta *superintendent* atau pihak kantor. Terlebih setelah lama tidak beroperasi, *deck crane* ini akan kembali lagi aktif beroperasi yang bisa menyebabkan komponen pada *deck crane* kembali bekerja setelah sekian lama tidak beroperasi. Hal ini juga bisa menyebabkan rusaknya motor hidrolik ataupun komponen-komponen yang terdapat pada hidrolik *deck crane*.

## 2) Perawatan Yang Kurang Terhadap *Deck Crane*

Perawatan adalah kegiatan pemeliharaan pada suatu benda atau fasilitas untuk mempertahankan performa atau masa kerja hal tersebut. Begitu juga dengan semua permesinan, semua permesinan membutuhkan perawatan yang harus dilakukan secara berkala. Fungsi dari perawatan sangat penting karena terkait dengan performa dan kinerja dari mesin tersebut.

Semakin rutin perawatan yang dilakukan, maka akan semakin baik juga performa dari permesinan tersebut. Tidak terkecuali permesinan pada kapal.

Semua permesinan di atas kapal membutuhkan perawatan yang optimal untuk menunjang seluruh kegiatan yang berkaitan di atas kapal termasuk kegiatan bongkar muat, operasional kapal untuk pengantaran muatan dari

suatu tempat ke tempat lain, serta perjalanan kapal. Perawatan yang baik juga bisa menggambarkan apakah kru yang bertugas di atas kapal berkompeten untuk melakukan pekerjaan di atas kapal. Karena bila permesinan di atas kapal tidak berjalan dengan baik, bisa jadi salah satu penyebabnya adalah kurangnya perawatan dari kru kapal tersebut.

*Deck crane* termasuk dalam permesinan di atas kapal yang membutuhkan perawatan.

Perawatan terhadap *deck crane* sangat penting untuk dilakukan karena *deck crane* sangat berguna untuk menunjang kegiatan operasional kapal. Apabila *deck crane* tidak dirawat dan selalu di pakai maka *deck crane* akan mengalami penurunan performa dan kegiatan operasional kapal akan terhambat.

Pada kapal MV. HABCO CARINA, perawatan terhadap *deck crane* sangat kurang dilakukan karena belum berjalannya *Plan Maintenance System (PMS)*, *weekly*, dan *monthly* pada kapal. Sehingga *deck crane* menjadi kurang terawat walaupun *deck crane* masih rutin beroperasi. Hal tersebut menjadi salah satu penyebab tidak berfungsinya *deck crane* pada kapal MV. HABCO CARINA.

## C. Pemecahan Masalah

### 1. Penggantian Motor Hidrolik

Dari alternatif masalah yang dijabarkan di atas serta evaluasi atau kelebihan dan kekurangan dari pemecahan masalah tersebut. Kerusakan pada motor hidrolik memiliki beberapa pemecahan masalah yang dapat diterapkan

diatas kapal untuk mengatasi masalah tersebut. Namun, penulis serta para kru kapal, pihak kantor, dan khususnya masinis yang bertanggung jawab pada *deck crane* memilih satu pemecahan masalah yaitu mengganti motor hidrolik pada *deck crane* dengan yang baru.

Alasan mengapa para kru kapal dan pihak kantor memilih pemecahan tersebut dikarenakan adalah pemilihan daya tahan dan masa kerja dari motor hidrolik akan bertahan lebih lama dibandingkan dengan hanya mengganti komponen-komponen yang mengalami kerusakan. Terlebih jika pihak kru kapal dan pihak kantor tidak terlalu mengetahui sejarah dari kapal tersebut. Karena kondisi kapal yang baru dibeli pada saat itu dan dikabarkan kapal tersebut sudah tidak beroperasi kurang lebih satu tahun. Serta alasan yang lain adalah karena ingin menghemat biaya dibandingkan harus menggunakan *floating crane* atau *crane darat*. Karena jika memilih pemecahan masalah yaitu mengurangi pemakaian *deck crane*. Maka kapal akan menggunakan bantuan crane lain untuk melakukan proses bongkar muat.

## 2. Perawatan Yang Dilakukan Terhadap Hidrolik *Deck Crane*

Kerusakan pada motor hidrolik adalah salah satu penyebab dari rusaknya *deck crane*. *Deck crane* juga memerlukan perawatan yang harus dilakukan agar kinerja *deck crane* dan proses operasional pada kapal selalu bisa berjalan dengan baik.

Perawatan yang kurang terhadap *deck crane* menjadi salah satu masalah yang penulis bahas dalam skripsi ini. Setelah dijabarkan beberapa perawatan yang dapat dilakukan pada *deck crane*, dan semua proses perawatan tersebut sebenarnya harus dilakukan untuk menjaga komponen hidrolik dari *deck crane* tetap dalam kondisi yang baik. Maka penulis hanya akan mencari pemecahan masalah yang paling efektif untuk masalah ini.

Menurut penulis dan para kru kapal, pemeriksaan oli adalah pemecahan masalah yang efektif untuk skripsi ini. Dikarenakan pemeriksaan oli sangat penting untuk menjaga agar kinerja *deck crane* tetap dalam kondisi yang maksimal dan berguna untuk menjaga semua komponen hidrolik terhindar dari kerusakan. Karena jika oli hidrolik dalam tangki kurang, maka bisa menimbulkan kurangnya pelumasan dan pendinginan pada permesinan *deck crane*. Oleh sebab itu, pemeriksaan oli hidrolik harus dilakukan sebelum *deck crane* beroperasi.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan uraian analisa dan pembahasan yang penulis tuliskan diatas, dapat disimpulkan bahwa :

1. Penyebab kerusakan motor hidrolik pada *deck crane* yang penulis angkat sebagai masalah dan salah satu penyebab tidak berfungsinya *deck crane* adalah kelelahan bahan yang terjadi pada komponen hidrolik motor. Kemudian kotornya oli hidrolik yang terdapat didalam system hidrolik tersebut, dan *deck*

*crane* yang dipaksakan untuk bekerja walaupun *deck crane* tidak dalam kondisi yang maksimal dan baik.

Pemecahan masalah yang ditawarkan untuk memecahkan masalah tersebut adalah dengan cara mengganti motor hidrolik yang lama dengan motor hidrolik yang baru. Walaupun ada beberapa pemecahan masalah yang dapat dilakukan untuk memecahkan masalah tersebut. Namun mengganti motor hidrolik dengan yang baru adalah solusi yang paling efisien dari segi waktu dan biaya serta daya tahan motor yang lebih tahan lama. Karena kebutuhan operasional kapal dan pihak kantor yang harus terus berjalan dengan kegiatan bongkar muat. Maka pemecahan masalah tersebut adalah solusi yang paling tepat untuk mengatasi kerusakan pada motor hidrolik *deck crane*.

2. Kurangnya perawatan pada *deck crane* juga menjadi salah satu penyebab tidak berfungsinya *deck crane* pada kapal MV. HABCO CARINA. Belum berjalannya *Plan Maintenance System (PMS)*, *weekly*, dan *monthly* juga berpengaruh kepada kerusakan kerusakan permesinan di atas kapal, terkhusus *deck crane*. Perawatan pada *deck crane* harus dilakukan oleh seluruh kru kapal, tidak hanya satu pihak saja yang harus melakukan perawatan.

Solusi yang tepat untuk memecahkan masalah ini adalah dengan cara melakukan perawatan yang tertera pada *Plan Maintenance System (PMS)* dan *manual book* secara rutin. Seperti pemeriksaan oli hidrolik sebelum beroperasi, pembersihan filter oli hidrolik, penggantian oli hidrolik dan pengambilan sampel, dan pemeriksaan pada *brake lining*.

Namun cara yang paling efisien dan mudah dilakukan adalah memeriksa oli hidrolik setiap sebelum *deck crane* beroperasi. Karena solusi tersebut akan menghindarkan *deck crane* dari kekurangan oli pada saat beroperasi dan menghindari *deck crane* dari kerusakan karena kekurangan pelumas, pendingin, dan sumber tenaga yaitu oli hidrolik.

## 6. Daftar Pustaka

Al-Shemmeri, T. 2012. *Engineering Fluid Mechanics*. Turki: Al-Shemmeri & Ventus Publishing Aps.

Alief, F. (2019). *PENGOPERASIAN DAN PERAWATAN MESIN HIDROLIK PENGGERAK CRANE SEBAGAI UPAYA MEMPERLANCAR PROSES BONGKAR MUAT DI MV. SHIRLEY PT. PERUSAHAAN PELAYARAN NUSANTARA PANURJWAN SEMARANG*. Semarang.

Aryoseto, J. 2010. *Pembuatan Alat Peraga Sistem Hidrolik*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

Atoriq, R. (2017, February 13). *PENGERTIAN SOLUSI*. Retrieved from Diwarta: <https://www.diwarta.com/2017/02/13/pengertian-solusi.html>

D.P. Sari dan M. F.Ridho. *Evaluasi Manajemen Perawatan Dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) II Pada Mesin Blowing di Plant PT. Pisma Putra Textile*. Jurnal Teknik Industri Universitas Diponegoro, XI(2). 2016.

Efendi, A., Nugraha, A., & Yudiyanto, O. (2020). *Pemeliharaan Sistem Pneumatik dan Hidrolik*. Yogyakarta: CV Budi Utama.

*Instruction Manual Book IHI-WM Deck Crane*

Jono. Total Productive Maintenance (TPM) pada *Perawatan Mesin Boiler Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) di PT. XY Yogyakarta. Jurnal Ilmiah Teknik Industri dan Informasi-Vol. 3 No. 2. 2015.*

Riadi, Muchlisin. (2019, July 06). *Tujuan, Fungsi, Jenis, dan Kegiatan Perawatan (Maintenance)*. Retrieved from Kajian Pustaka : <https://www.kajianpustaka.com/2019/07/tujuan-fungsi-jenis-dan-kegiatan-perawatan-maintenance.html>

Rizal, M. S. (2017). *PERANCANGAN MESIN HIDRAULIK PRESS BEARING DENGAN KAPASITAS 20 TON*. Malang.

Rosario, R.K. and J.R.B.del. 2015. *Design and Simulation of Electro-Pneumatik Motion Sequence Control Using FluidSim Design and Simulation of Electro-Pneumatik Motion Sequence Control Using FluidSim, (January 2014)*. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.446-447.1146>

Setiawan, Fajar. (2016). *Analisa Epektifitas Mesin Dengan Penerapan Total Productive Maintenance Pada Mesin Produksi Di PT.Jindal Stainless Indonesia*. Gresik Universitas Muhammadiyah Gresik.

Trihantoro, A., Mulyatno, I. P., & Amiruddin, W. (2022). *Analisa Kekuatan Struktur Deck Crane Kapal Tanker 6500 DWT*. Jurnal Teknik Perkapalan, 53-54.