

ANALISA KERUSAKAN *HYDRAULIC PUMP* TIPE ROTARI *VANE* PADA *DECK CRANE TYPE MITSUBISHI 30.5T X 26M (R) HDC*

Yuris Bahadur Wirawan¹, Budi Purnomo² dan Ratna Dwi Kurniawan³

¹ Program studi Teknik Keselamatan, Fakultas Kemaritiman, Universitas Ivet Semarang
Jl Pawiyatan Luhur IV/16, Bendanduwur, Semarang.

² Program studi Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal, Fakultas Teknik, Akpelni Semarang
Jl. Pawiyatan Luhur II/17, Bendanduwur, Semarang.

³ Program studi Teknik Bangunan Kapal, Fakultas Kemaritiman, Universitas Ivet Semarang
Jl Pawiyatan Luhur IV/16, Bendanduwur, Semarang.

E-mail: bahadurwirawan91@gmail.com

ABSTRAK

Crane merupakan salah satu komponen di kapal yang berfungsi untuk mengangkat atau memindahkan barang yang cukup besar dan beban yang cukup berat. Proses bongkar muat kapal dari laut ke darat membutuhkan bantuan crane agar kegiatan berlangsung lebih cepat dan efisien. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui penyebab kerusakan crane dengan studi kasus pada kapal MV Rashad PT. Gurita Lintas Samudera yang mengakibatkan proses bongkar muat nikel terhambat. Metode pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi, yaitu melakukan pengamatan langsung terhadap subyek penelitian, wawancara yaitu dengan melakukan tanya jawab dengan crew maupun penanggung jawab kamar mesin, serta studi pustaka. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terhambatnya proses bongkar muat di kapal MV Rashad PT. Gurita Lintas Samudera disebabkan oleh kerusakan pada cartridge pump bagian rotor. Rotor pecah akibat filter hydraulic rusak dan masuk ke sistem hydraulic serta penyebab lainnya adalah operator crane yang tidak menjalankan SOP dalam bekerja.

Kata Kunci: derek, pompa baling-baling, pompa kartrid, pompa hidrolis.

ABSTRACT

Crane is one of the components on a ship that works to lift or move items that are quite large and have a fairly heavy load. The process of loading and unloading ships from sea to land requires the help of cranes so that activities take place more quickly and efficiently. The purpose of this study was to determine the cause of crane damage with a case study on the MV Rashad ship PT. Gurita Lintas Samudera which caused the nickel loading and unloading process to be hampered. The method of data collection was by observation, namely direct observation of research subjects, interviews, namely by conducting questions and answers with the crew and the person in charge of the engine room, as well as literature study. The data obtained were analyzed descriptively qualitatively. The results showed that the delay in the unloading process on the MV Rashad ship PT. Gurita Lintas Samudera caused by damage to the cartridge pump rotor. The rotor broke because the hydraulic filter was damaged and entered the hydraulic system and another cause was the crane operator who did not follow the SOP when working.

Keyword : crane, vane pump, cartridge pump, hydraulic pump.

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkembangan teknologi zaman sekarang ini berlangsung begitu cepat. Salah satu bentuknya adalah terciptanya era digitalisasi. Digitalisasi terhadap semua komponen diberbagai lini kehidupan baik darat, laut, maupun udara sekarang ini dapat dirasakan. Di darat contohnya terjadi *upgrade* teknologi dari sepeda konvensional model kayuh sekarang tergantikan dengan adanya sepeda motor dan mobil, di laut contohnya perahu rakit *upgrade* ke kapal maupun *speed boat*.

Kapal sebagai salah satu model transportasi laut juga mengalami *upgrade* teknologi. Salah satu bentuk *upgrade* teknologi pada komponen kapal adalah penggunaan *crane*. *Crane* merupakan salah satu komponen di kapal yang berfungsi untuk mengangkat atau memindahkan suatu *equipment* dengan dimensi yang cukup besar dan beban yang cukup berat [1]. Penggunaan *crane* disini menggantikan atau alih teknologi dari penggunaan katrol manual. *Crane* bekerja berdasarkan sistem *hydraulic*.

Penggunaan *crane* sering dijumpai pada jenis

kapal *bulk carrier*. Kapal *bulk carrier* adalah kapal niaga yang dipergunakan untuk mengangkut muatan curah kering seperti beras, gandum, jagung, nikel, batu bara, dan bijih-bijihan lainnya [2]. Penggunaan *crane* ini selain bermanfaat membantu dalam proses pengangkutan barang, juga bermanfaat mengefisienkan waktu dan biaya.

Kapal sebagai transportasi laut, didalam pengoperasiannya tentu akan mengalami kerusakan pada komponen-komponennya. Banyak faktor yang mempengaruhi, misalnya faktor alam, lingkungan, ataupun kesalahan manusia yang dapat menyebabkan kerusakan pada kondisi konstruksi. Untuk menjaga pengoperasian kapal pada kondisi optimal dan layak sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan oleh *class* atau biro klasifikasi, maka diberlakukan reparasi serta perawatan pada kapal secara berkala [3]. Tidak terkecuali komponen *crane* kapal yang dapat mengalami kerusakan dan memerlukan perbaikan.

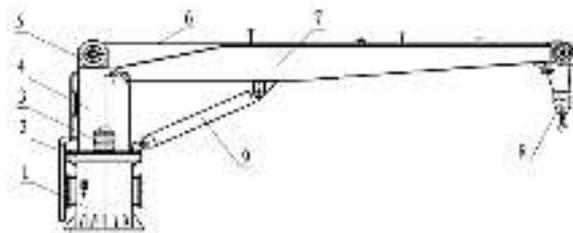
Crane bekerja berdasarkan sistem *hydraulic*, dan komponen yang sering mengalami kerusakan adalah pada bagian *catridge pump crane*. Komponen ini peranannya sangat vital dalam mendukung fungsi *crane* untuk melakukan proses pemindahan barang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab kerusakan *crane* dengan studi kasus pada kapal MV Rashad PT. Gurita Lintas Samudera.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Landasan Teori

Kapal *bulk carrier* adalah kapal niaga yang dipergunakan untuk mengangkut muatan curah kering seperti beras, gandum, jagung, nikel, batu bara, dan bijih-bijihan lainnya [2]. Dalam proses pengangkutan maupun pemindahan barang pada kapal jenis *bulk carrier* dibantu komponen yang bernama *crane*.

Crane adalah salah satu komponen di kapal yang berfungsi untuk mengangkat atau memindahkan suatu *equipment* dengan dimensi yang cukup besar dan beban yang cukup berat [1]. Bagian-bagian *crane* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Crane

Keterangan Gambar 1. :

1. Pedestal
2. Slewing Bearing
3. Hydraulic Slewing Apparatus
4. Slewing Cradle
5. Hydraulic Winch
6. Cargo Runner

7. Jib
8. Cargo Link
9. Luffing Cylinder

Crane secara umum berdasarkan metode kerjanya dibagi menjadi 3 [4] :

1. *Cargo winches/ derricks* merupakan alat yang berfungsi untuk mengangkat beban, dimana cara kerjanya menggunakan derek yang digerakkan oleh motor untuk menarik tali atau rantai.
2. *Jib cranes* merupakan jenis *crane* yang dapat berputar secara horizontal sampai 360° , selain itu jenis ini memungkinkan untuk melakukan pengangkutan berulang kali.
3. *Gantry cranes* merupakan jenis *crane* yang secara konstruksi melintang secara horizontal di kedua sisi kapal dengan dua kaki sebagai penopang yang bertumpu pada *rel switch*.

Ada tiga gerakan utama *crane* saat bekerja yaitu *hoisting*, *slewing*, dan *luffing*. Gerakan yang timbul pada *crane* tersebut didukung oleh 3 komponen, yaitu [5]:

1. *Hoisting winch* adalah komponen yang berfungsi untuk gerakan mengangkat pada *crane*. Gerakan mengangkat ini dibantu oleh tali yang terbuat dari baja.
2. *Slewing hydraulic apparatus* adalah komponen yang berfungsi untuk gerakan *slewing* pada *crane*. Melalui mekanisme pergerakan roda gigi, gerakan *slewing* dapat dilakukan.
3. *Hydraulic cylinder* adalah komponen yang berfungsi untuk mendukung pergerakan *luffing* pada *crane*.

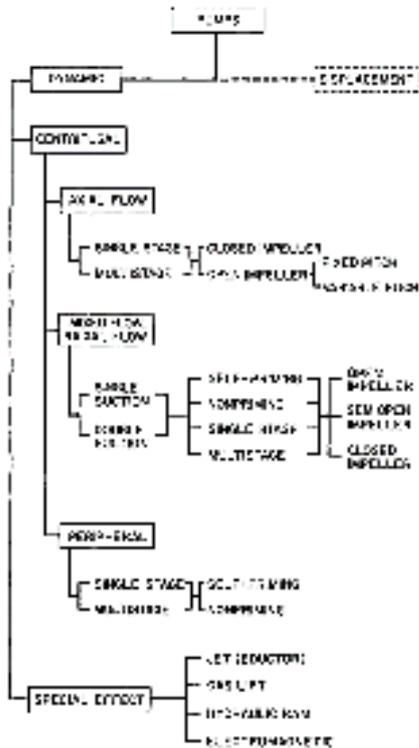
Semua gerakan yang dapat dilakukan *crane* tersebut berasal dari motor listrik dan pompa hidrolis.

Pompa merupakan mesin/alat yang digunakan untuk memindahkan fluida melalui sistem perpipaan, sehingga dapat menaikkan tekanan fluida. Pompa juga dapat dikatakan sebagai alat yang dapat mengkonversi energi, sehingga tekanan fluida dapat ditingkatkan [6].

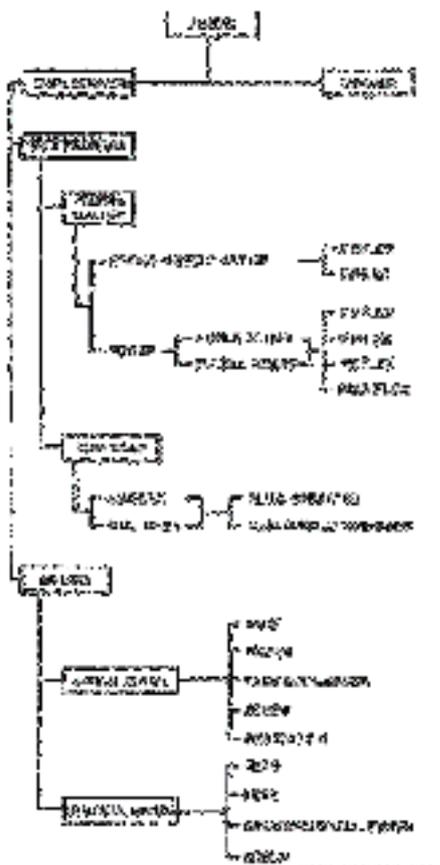
Secara garis besar pompa dibagi menjadi 2 jenis yaitu pompa *dynamic* dan *displacement*. Pompa *dynamic* bekerja dengan cara menambahkan energi secara terus menerus untuk meningkatkan kecepatan fluida di dalam mesin, sehingga tekanan dapat dinaikkan. Pompa *displacement* bekerja berdasarkan perubahan volume pada ruang pompa, dimana pada ruang tersebut terjadi perubahan volume yang mana dapat menaikkan tekanan fluida [7].

Pompa *dynamic* terdiri dari beberapa jenis pompa didalamnya diantaranya ada pompa sentrifugal, *pilot tube*, *regenerative turbin*, pompa *end suction*, turbin vertikal, *axial flow pump*, *submersible pump*, dll. Sedangkan jenis pompa

displacement meliputi *rotary pump, reciprocating pump, vane pump, piston pump, screw pump, gear pump, dll* [6].



Gambar 2. Klasifikasi Dynamic Pump

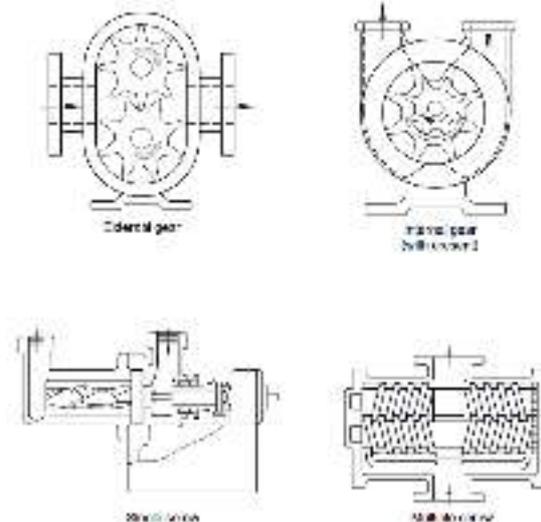


Gambar 3. Klasifikasi Displacement Pump

Mekanisme kerja pada pompa untuk mengalirkan fluida masing-masing dibantu oleh pergerakan baling-baling/vane, roda gigi, screw, dan cam. Jenis fluida yang digunakan dalam pengoperasiannya tidak hanya berbentuk cair, akan tetapi ada juga yang berbentuk gas. Fluida dikompresikan ruang pompa, sehingga tekanannya meningkat. Salah satu teknik dalam meningkatkan tekanan fluida adalah dengan rotari dan pompa rotari digunakan untuk hal tersebut.

Pompa rotari merupakan jenis pompa *positive displacement*, tetapi tidak seperti pompa *reciprocating/piston*, pompa ini memiliki aliran yang relatif stabil. Pompa rotari biasanya digunakan untuk distribusi fluida dengan viskositas sangat tinggi dimana hal tersebut sulit dilakukan pompa jenis lain [8]. Aplikasi pompa jenis ini umumnya digunakan sebagai :

1. Mensuplai bahan bakar minyak ke *burner*.
2. Mendistribusikan bensin, bahan bakar minyak, dan solar ke dalam tangki.
3. Mensirkulasikan minyak pelumas melalui mesin, turbin, roda gigi reduksi, dan *bearing*.

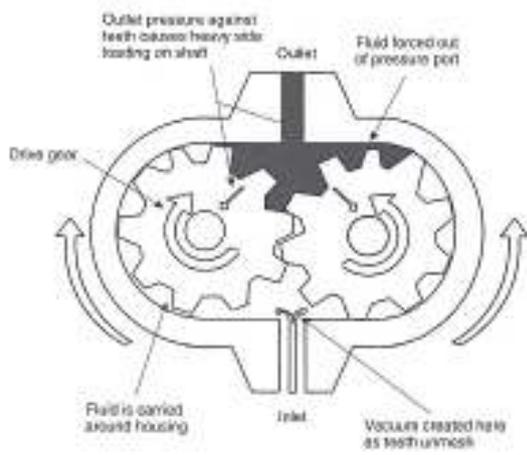


Gambar 4. Pompa Rotari

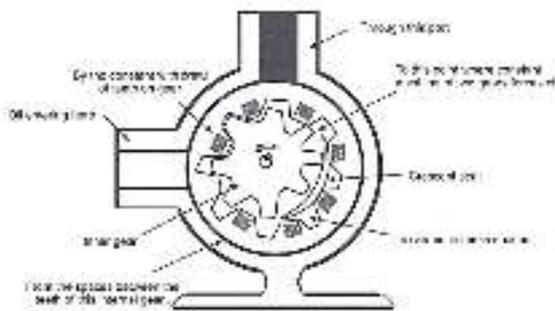
Pompa rotari dalam pengoperasiannya dibagi menjadi 3 jenis, yaitu :

1. *Gear*
2. *Screw*
3. *Eccentric rotor* atau *vane*

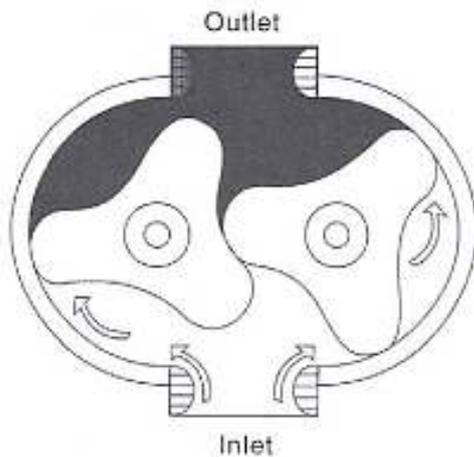
Gear pump bekerja menggunakan prinsip pergerakan dua roda gigi untuk menghasilkan aksi pemompaan. *Gear pump* diklasifikasikan menjadi beberapa tipe diantaranya roda gigi eksternal, internal, dan *lobe* [9]. Pada *gear pump*, gigi-gigi dari pompa membentuk ruang kosong melalui tautan antar gigi (*mesh*) dan cairan mengalir melalui rongga-rongga antar gigi tersebut. Cairan ditekan antara *mesh* lalu didorong menuju lubang *discharge* /katup keluar.



Gambar 5. Pompa Roda Gigi Eksternal

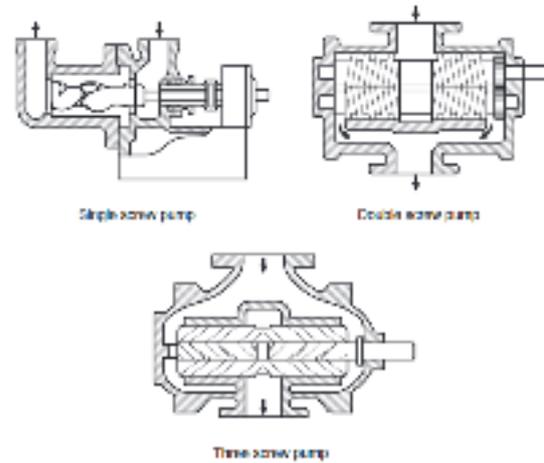


Gambar 6. Pompa Roda Gigi Internal



Gambar 7. Pompa Lobe

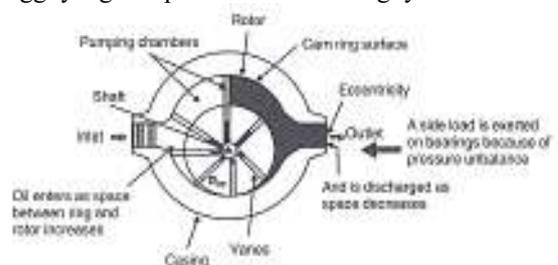
Screw pump atau pompa ulir merupakan pompa rotari yang paling umum digunakan dalam industri minyak dan gas [8]. Ada tiga jenis pompa ulir yang umumnya digunakan yaitu satu ulir, dua ulir, dan tiga ulir. Pompa ulir dapat berupa desain tunggal (rongga progresif) atau multi-rotor (*inter-meshing*). Pompa ulir secara fisik/konstruksi memiliki dimensi besar, hal tersebut mengikuti jumlah cairan yang dipompa. Mekanisme kerja dari pompa tipe ini adalah fluida terperangkap diantara ulir sekrup yang berputar dan dibawa/ disalurkan menuju *discharge*/katup keluar.



Gambar 8. Pompa Ulir

Pompa baling-baling atau *vane pump* memiliki keunggulan dibandingkan dengan pompa roda gigi. Hal ini dikarenakan desain dan konstruksi dasarnya membuat pompa jenis ini dapat meminimalkan jumlah kebocoran yang terjadi pada pompa roda gigi seperti yang umumnya terjadi kebocoran antara celah gigi dan juga antara gigi dan rumah pompa. Kebocoran dapat diminimalisir dengan bantuan komponen pegas atau baling-baling yang ditempatkan pada rotor yang bergerak.

Prinsip kerja dari pompa jenis ini adalah ketika poros memutar rotor, baling-baling terlempar ke luar (efek gaya sentrifugal). Gaya tersebut membuat baling-baling menekan *cam ring surface*, sehingga fluida terperangkap diantara dua baling-baling. Perluasan kapasitas volume yang ditunjukkan dengan perpanjangan baling-baling saat bergerak melalui saluran masuk, memungkinkan tekanan atmosfer untuk mendorong fluida ke dalam pompa. Kemudian fluida dibawa menuju *discharge*/katup keluar. Salah satu keuntungan terbesar dengan pompa baling-baling adalah efisiensi volumetrik tinggi yang dicapai karena berkurangnya kebocoran.



Gambar 9. Pompa Vane

3. METODE

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi, wawancara, dan studi pustaka. Analisis data menggunakan deskriptif kualitatif. Peneliti dalam memperoleh data dengan observasi dan wawancara. Observasi dilakukan di kapal MV Rashad PT. Gurita Lintas Samudera dan wawancara dilakukan pada

awak kapal yang menangani langsung permasalahan pada pompa hidrolis *crane*. Komponen *catridge pump* merupakan salah satu bagian dari pompa hidrolis. Pada penelitian ini pompa hidrolis *crane* yang dipakai di kapal MV Rashad PT. Gurita Lintas Samudera adalah berjenis *vane*.



Gambar 10. Crane di Kapal MV Rashad

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Wawancara

Kapal MV Rashad pukul 20.00 WITA tanggal 20 April 2021 berlabuh anchor di laut. Kapal saat itu sedang melaksanakan bongkar muat di laut anchor pelabuhan Morowali Mandar Sulawesi Tengah. Kapal melakukan bongkar muat nikel untuk perusahaan nikel di daerah Morossi.

Pukul 20.10 WITA dimana *deck crane winch* nomer 2 sebagai satu-satunya alat bongkar muat yang ada di pelabuhan anchor laut tersebut mengalami kerusakan. *Catridge pump hydraulic lifting* tidak bisa naik turun atau mengalami kerusakan, sehingga tidak bisa digunakan.

4.2 Pemeriksaan Awal

Operator *deck crane* dari Tenaga Kontrak Bongkar Muat (TKBM) yang sedang bertugas melaporkan kerusakan kepada mualim 4 yang sedang bertugas. Kemudian mualim 4 yang berdinis jaga untuk area *deck* bongkar muat nikel langsung menghubungi kadet jurumudi jaga serta

menghubungi petugas kamar mesin bahwa ada kerusakan pada *crane* 2. Dari kamar mesin mengirim petugas oiler jaga dan masinis jaga untuk memeriksa dan menganalisa keadaan *winch derrick crane* nomer 2. Hasil pemeriksaan dan analisa dilaporkan kepada masinis 2 selanjutnya ke Kepala Kamar Mesin (KKM) untuk dilakukan tindakan.

4.3 Hasil Analisa

Hasil analisa setelah dilakukan pemeriksaan di sekeliling *deck crane* oleh masinis 2 adalah bahwa *catridge pump* mengalami kerusakan. Suara keras pada pompa saat *crane* bekerja dihasilkan ketika proses bongkar muat terjadi. Masinis 2 sebagai kepala kerja kamar mesin melaporkan hal ini kepada KKM. Instruksi dari KKM proses bongkar muatan secara darurat dihentikan, dikarenakan terjadi permasalahan pada *catridge pump crane*. Setelah proses bongkar muat dihentikan, masinis 2 dan masinis 3 melakukan pengecekan tenaga pada *pressure gauge low* pada *control box crane*. Setelah dilakukan pemeriksaan ditemukan bahwa *catridge* rusak untuk *moving slewing*.



Gambar 11. Catridge Pump Crane Rusak

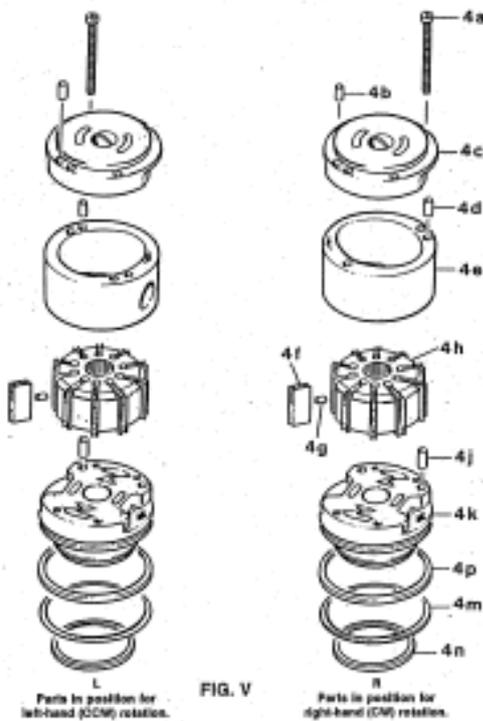
Gambar 11 menunjukkan kerusakan pada *catridge pump crane*. *Crack* terjadi pada bagian komponen rotor yang kemudian mengakibatkan *fracture/patah* pada bagian tersebut.

Patah yang terjadi pada rotor *catridge pump* yang menyebabkan *crane* tidak dapat mengangkat beban dianalisis lebih lanjut. Hasil analisa menyebutkan bahwa :

1. *Filter hydraulic* mengalami kerusakan. Kerusakan pada *filter* ini dikarenakan kualitas bahan yang kurang baik. Partikel *filter* yang rusak masuk ke dalam sistem hidrolik dan

merusak pompa *catridge*.

Operator *crane* mengoperasikan alat dan perawatan tidak sesuai dengan SOP.



Gambar 12. Bagian *Catridge Pump Type Vane*

Keterangan Gambar 12 [10]:

- 4a. Screw
- 4b/4d/4j. Alignment pin
- 4c. Wear plate
- 4e. Cam ring
- 4f. Vane
- 4g. Valve insert
- 4h. Rotor
- 4k. Pressure plate
- 4p. Mounting plate seal
- 4m. Cartridge seal
- 4n. Cartridge back-up rings

Hasil analisa yang dilakukan terhadap penyebab kerusakan *catridge pump* terletak pada gangguan sistem hidrolik dan *human error* operator yang tidak memperhatikan SOP perawatan dan pengoperasian alat. Hasil analisa ini didukung oleh penelitian lain yang menyatakan bahwa sistem hidrolik dapat mengalami gangguan bahkan kerusakan akibat adanya partikel yang masuk pada sistem serta penggunaan dan perawatan alat yang tidak sesuai dengan prosedur [11][12].

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa *deck crane* nomer 2 Kapal MV Rashad mengalami gangguan akibat kerusakan *catridge pump crane* pada bagian rotor. Rotor mengalami patah dikarenakan 2 sebab :

1. *Filter hydraulic* rusak dikarenakan kualitas yang kurang baik.

2. Operator *crane* tidak melakukan perawatan dan pengoperasian sesuai SOP.

PUSTAKA

- [1] Hartono, P. dan Trijeti, 2015, *Studi analisis penggunaan alat berat (crane) sebagai alat angkat untuk instalasi equipment deodorizer di proyek cpo plant*, Jurnal Konstruksia, Vol. , No. 1, pp. 39-52.
- [2] Tamami, W.R., Winarno, I., Rahmatullah, D., 2021, *Peningkatan faktor daya dan efisiensi konsumsi energi listrik pada kapal bulk carrier 50.000 dwt (dead weight ton) menggunakan filter pasif*, Media Elektriika, Vol. 14, No. 2, pp. 62-75.
- [3] Hidayat, T. dan Darmana, E., 2022, *Analisis terhambatnya proses docking kapal dan terhambatnya proses bongkar muat yang disebabkan kerusakan pada floating dock crane di galangan PT. PAL Indonesia (Persero)*, Majalah Ilmiah Gema Maritim, Vol. 24, No. 1, pp. 8-17.
- [4] Anonimus, 2010, *Marine History*, www.brighthubengineering.com. Diakses: 25 Mei 2022.
- [5] Yongfu, W., Miao, S., Guomin, L., Fei, Z., 2015, *Selection and analysis for hydraulic rotary apparatus of the deck hydraulic crane*, International Conference on Mechatronics, Electronic, Industrial, and Control Engineering (MEIC), pp. 1417-1420.
- [6] Volk, M., 2005, *Pump Characteristics and Applications*, 2st Edition, Taylor Francis Group.
- [7] Karassik, I.J., Messina, J.P., Cooper, P., Heald, C.C., 2001, *Pump Handbook*, 3st Edition, McGraw-Hill.
- [8] Stewart, M., (2019), *Surface Production Operations: Volume IV: Pumps and Compressors*, 1st Edition, Elsevier.
- [9] Doddannavar, R., Barnard, A., & Mackay, S. (2005). *Practical Hydraulic Systems: Operation and Troubleshooting for Engineers and Technicians*, 1st Edition, Elsevier.
- [10] Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., 2010, *Shimonoseki Shipyard & Machinery Works*, Japan.
- [11] Zarkasyi, A., Sariyusda, Jufriadi, Hamdani, 2019, *Analisa kerusakan silinder hidrolis pada excavator hitachi ex 200 lc dengan metode fishbone di Pt. Alhas Jaya Group*, Jurnal Mesin Sains Terapan, Vol. 3, No. 1, pp. 31-34.
- [12] Dwiaji, Y.C., Sura, A., 2021, *Analisis kebocoran sistem hidrolis pada landing gear pesawat Airbus A330 series menggunakan metode PDCA*, Indonesian Journal of Mechanical Engineering Vocational, Vol. 1, No. 2, pp. 65-74.