
OPTIMASI PERAWATAN *SUMP PIT PUMP P-1205 D* UNTUK *REPROCESSING CRUDE OIL***Veny Selviyanty⁽¹⁾, Sir Anderson⁽²⁾**¹Jurusan Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru
venyselviyanty@gmail.com²Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang
Siranderson72@yahoo.co.id***Abstract***

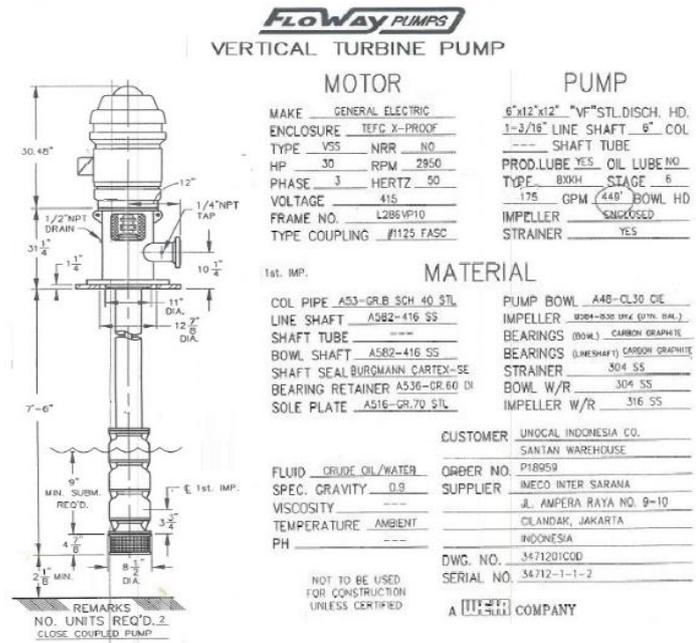
To improve the performance of the pump needs maintenance, system Maintenance is a process carried out to maintain reliability, availability and the ability to maintain equipment or machinery. An effective and efficient maintenance program will support increased production system productivity. But often maintenance programs ignore the actual needs of equipment or machines. To obtain an effective and efficient maintenance program and in accordance with machine requirements, a maintenance center based on reliability, Maintenance Center (RCM) is a risk-based systematic analysis to create an accurate, focused and optimal maintenance method with the aim of achieving optimal reliability. from assets. RCM studies have been carried out on rotary machines, especially pumps, in the oil and gas processing industry. The study was conducted by following the seven steps of RCM, including the determination of the scope of study, Failure Mode and Effect Analysis, Logic Tree Analysis and determination of maintenance strategies. Risk analysis based on the risk matrix is arranged through the consensus of all stakeholders. The risk matrix covers occurrences, detection, and the level of risk (severity) in the economic (economy) aspects of health and safety (health & safety), environment (environment). Furthermore, Risk Priority is calculated based on this risk matrix. Number (RPN). Based on the values of RPN and Logic Tree Analysis, a maintenance strategy was prepared for each type of failure mode. This study has also succeeded in establishing a better maintenance strategy for Sump Pit pumps which is then used as the basis for the preparation of a new maintenance program.

Keywords: Maintenance, pumps, RCM, risk, maintenance strategy**1. Pendahuluan**

Pompa merupakan alat untuk menaikkan energi yang terkandung dalam fluida baik berupa energi kinetik, energi potensial, maupun energi tekanan. Pada industri minyak dan gas bumi, pompa berfungsi untuk mengalirkan minyak atau liquid melalui system perpipaan. Pompa di bagi menjadi dua berdasarkan cara meningkatkan head fluida, yakni pompa perpindahan positif dan pompa rotodinamik (Bachus & Custodio, 2003)

Sump Pit pump P-1205 D adalah jenis pompa centrifugal turbin vertikal yang memiliki 6 tingkat dengan kapasitas 175 gpm. Pompa type X – KH size 8 Floway pumps yang didesain oil/water dengan spesifik gravity 0.9 pada ambient temperature ini bekerja pada kondisi *suction lift*.

2. Tinjauan Pustaka



Gambar 1: Sump Pit Pump

Sump Pit pump P-1205 D di gunakan untuk memompa minyak dari sump pit menuju Rerun tank C kemudian di pompakan lagi menggunakan Rerun pump ke trains untuk di reprocessing. Sump Pit sendiri merupakan kolam yang berfungsi untuk menampung minyak yang terikut di dalam air buangan (water dumping dan drain) dari trains, slop pit, Corrugated Plate Interceptor (CPI) serta saluran drain dari stronge tank. Fluida yang masuk ke sump pit merupakan minyak yang di ambil dari proses gravity settling waste water treatment di Old API. Pada Old API terdapat 2 buah pipa saluran yang bisa di adjust untuk tetap berada di bagian atas permukaan fluida yang digunakan untuk mengambil minyak yaitu *floating skimmer* dan *rotating skimmer*, karena minyak selalu berada pada permukaan. Sedangkan airnya di alirkan ke New API untuk di separasi lagi secara gravity settling dan di alirkan ke Wemco depurator hingga akhirnya air dapat dibuang ke laut dengan standar spesifikasi air buangan yang ditetapkan pemerintah, yaitu air buangan dengan oil conten tidak lebih dari 25 ppm.

Reliability, availability, maintainability sebagai tujuan utama dilakukan proses pemeliharaan. Menurut (Silberberg, Martin; Amateis, 2015) “*Reliability* adalah kemungkinan suatu sistem akan melaksanakan fungsi/kinerja dengan memuaskan; di dalam lingkungan kerja dan kondisi operasi tertentu.” *Reliability* berurusan dengan pengurangan dari frekuensi terjadinya kegagalan terhadap interval waktu tertentu. *Reliability* merupakan pengukuran probabilitas akan *failure free operation* pada suatu interval waktu. Keuntungan dari periode lama tanpa kegagalan akan meningkatkan kapasitas produksi. Menurut (Primis, 2010) “*Maintainability* adalah kemungkinan bahwa proses pemeliharaan akan menjaga, atau mengembalikan, fungsi/kinerja dari sistem dalam kurun waktu tertentu.” *Maintainability* membandingkan durasi (waktu) untuk pengerjaan suatu proses pemeliharaan terhadap suatu datum.

Menurut (Primis, 2010) “*Availability* adalah kemungkinan bahwa kinerja sistem memuaskan, dan hal ini bergantung pada *reliability* dan *maintainability*.” *Availability* berhubungan dengan durasi *up-time* untuk suatu proses dan merupakan suatu pengukuran akan seberapa sering sistem “sehat”. Umumnya dirumuskan sebagai ($up-time/uptime + downtime$). Apabila *up-time* merupakan kondisi sehat, maka *down-time* sebagai kebalikan dari *up-time*; kondisi dimana sistem tidak sehat/berjalan dengan sesuai. Mengutip dari referensi “*Availability, Reliability, Maintainability, and Capability*”, *Availability* berurusan dengan tiga perkara utama (Saaty, 1980) untuk

- 1) Memperpanjang waktu menuju *failure*,
- 2) mengurangi *downtime* akibat perbaikan atau perawatan berkala, dan
- 3) melaksanakan poin 1 dan 2 dengan cara yang efektif. Akibat peningkatan *availability*, pemasukan meningkat karena peralatan dapat bekerja lebih lama.

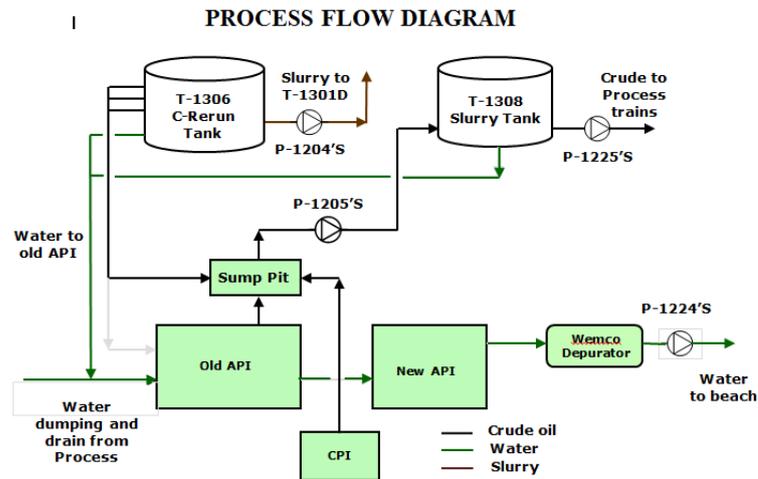
3. Hasil

Rekoleksi data yang dilakukan penulis adalah pengumpulan data history Work Order dari JDE periode 2008-2018 Sump Pit pump P-1205D, P&ID serta general *process flow diagram* dari Process plant. Data JDE ini berisi catatan downtime dan proses pemeliharaan yang dilakukan oleh tim maintenance selama periode tersebut. Namun, data ini sebenarnya masih sangat kurang karena belum dapat ditentukan MTBF untuk periode yang panjang (mis. kerusakan per periode 10 tahun) sehingga lebih terlihat pola umur dari peralatan (pompa) dan komponen di dalamnya. Meskipun begitu, tingkat severitas kerusakan komponen pompa sudah sangat terlihat jelas karena selama periode 2008-2018. Selama periode tersebut, tidak jarang bahwa ada komponen yang mengalami kegagalan sampai berkali-kali selama periode tersebut. Komponen-komponen yang memiliki intensitas kegagalan tertinggi adalah *lineshaft bearing, shaft, serta mechanical seal*. Perbaikan untuk ketiga komponen ini mengharuskan pompa dihentikan untuk dapat dilakukan perbaikan/penggantian komponen. Menurut (Rörig, Klaus, & Sutor, 1996) API 610, intensitas kerusakan ini sangat kritis. Diharapkan bahwa suatu pompa yang dipergunakan dalam industri migas memiliki service life minimal 20 tahun, dengan minimal 3 tahun operasi tanpa henti.

Proses RCM memiliki suatu bentuk keluaran (output) yang berupa datasheet. Datasheet ini mencatat hasil setiap langkah dari 7 langkah RCM. Penggunaan datasheet ini memudahkan dalam proses pencatatan dan tinjauan ulang. Terdapat 6 form data yang harus diisi. Enam form tersebut adalah:

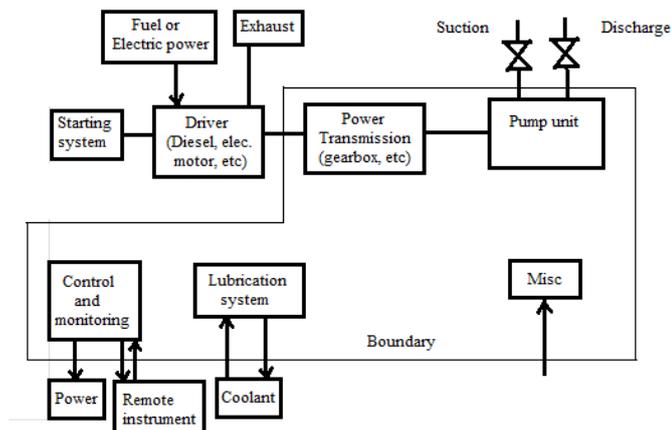
1. FORM 1 Seleksi Sistem.
2. FORM 2 Definisi Batasan Sistem.
3. FORM 3 Detail Batasan Sistem.
4. FORM 4 Diagram Blok Fungsi.
5. FORM 5 *Failure mode and Effect Analysis*.
6. FORM 6 *Logic Tree Analysis*.

Penentuan sistem berdasarkan risk ranking dan data breakdown peralatan dari system JDE.. Seperti yang penulis katakan sebelumnya, data ini sudah dilakukan proses *criticality ranking* awal oleh team reliability perusahaan berdasarkan yang memiliki tingkat kekritisan tertinggi. Untuk kasus ini, penulis dibatasi untuk melakukan proses RCM hanya pada pompa Sump pit pump P-1205D.



Gambar 4: Process Flow Diagram (PFD)

Telah mengetahui sistem yang akan dikaji, yaitu pompa, penulis merujuk pada buku (Langseth, Haugen, & Sandtorv, 1998) Penggunaan buku OREDA-2002 sebagai rujukan diharapkan penulis memberi keabsahan akan pemilihan batasan sistem. Batasan sistem yang diberikan oleh OREDA-2002 yaitu *power transmission, pump, control and monitoring, lubrication system, miscellaneous*.



Gambar 5: Batasan sistem pompa

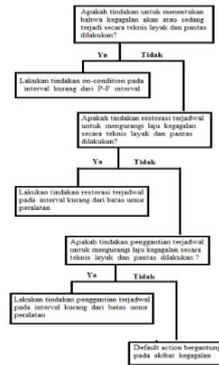
Untuk unit pompa lainnya juga dibuatkan batasan fisik tersebut. Secara umum, penulis memberikan batasan fisik bagi unit pompa adalah *flange* atau *valve* sebelum inlet dan *flange* atau *valve* setelah outlet.

Secara simpel penulis mendefinisikan kegagalan fungsi sebagai kondisi apabila fungsi sistem tidak terpenuhi. Penulis menyatakan bahwa ada dua parameter yang harus terpenuhi dalam fungsi sistem, yaitu

1. Pompa memindahkan fluida kerja,
2. Proses perpindahan fluida kerja memiliki spesifikasi kinerja tertentu.

Apabila salah satu dari kedua parameter tidak terpenuhi, maka terjadi kegagalan fungsi. Penting untuk dicatat jenis kegagalan fungsi yang terjadi, karena akan membantu menyortir kegagalan komponen apa yang terjadi yang menyebabkan kegagalan tersebut.

Sebagai keluaran dari langkah 1 sampai langkah 4 RCM ini merupakan diagram Seleksi Sistem (gambar 4.2):

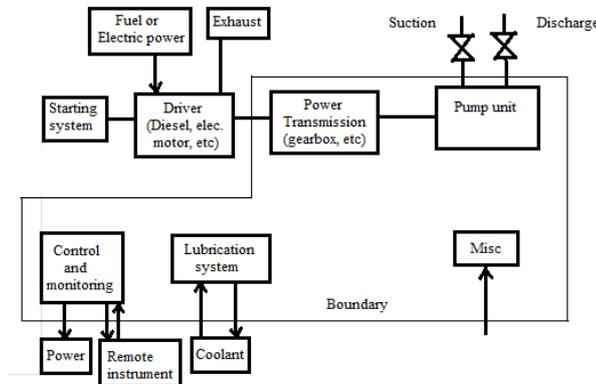


Gambar 6: Diagram Seleksi Sistem

Informasi yang dicantumkan dalam form1:

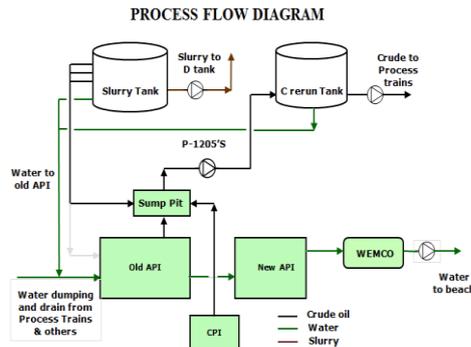
1. System ID, berisi tag code peralatan
2. Name, yaitu nama peralatan.
3. Fungsi, menjelaskan fungsi dari peralatan, serta spesifikasi kerja peralatan.
4. Alasan ditinjau, alasan mengapa peralatan ini kritis dan butuh peninjauan dengan metode RCM
5. Comment, apabila ada komentar atau nilai informasi lainnya yang tidak dapat dicantumkan dalam kolom isian yang lain.

Form ini harus diisi seluruh target RCM, yaitu seluruh peralatan kritis yang menjadi target proses RCM. Selengkapnya dapat dilihat pada database yang dilampirkan.:



Gambar 7: Batasan Sistem Pompa

Form ini dibuatkan untuk masing-masing peralatan yang ditinjau. Adapun pengisian informasi harus dibuat selengkap-lengkapnyanya . Untuk dapat mengisi informasi ini dengan lengkap dibutuhkan data yang komplit dari peralatan. Untuk FORM 4 yang terisi pada gambar 8 Data yang diisi adalah wujud batasan sistem yang diberikan untuk sistem yang bersangkutan. Form ini dibuatkan untuk masing-masing sistem yang ditinjau.



Gambar 8: FORM 4 Diagram Blok Fungsi

Berhubung proses RCM yang dilakukan penulis mengikuti panduan *failure modes* dari OREDA, proses FMEA (khususnya proses *criticality ranking*) yang dilakukan sebagai berikut

- Cari kegagalan yang pernah terjadi, untuk kasus penulis kegagalan yang terjadi didapat dari record JDE yaitu *vibration*.
- Lakukan pencocokan antara kegagalan dengan list *failure modes* dari OREDA, misal untuk kegagalan *bearing* disamakan dengan *failure mode breakdown*.
- Tentukan nilai *occurrence*, *severity*, dan *detection* dari kegagalan tersebut, dapatkan nilai RPN.
- Nilai RPN dicocokkan dengan tabel *task selection*.

Dari data tersebut, yang memiliki nilai informasi yang sesuai untuk proses FMEA yang hendak dilakukan adalah kolom “Equipment”, “description” dan “short text”. Meskipun begitu, kolom “Actual Start” dan “Actual Finish” tetap memberikan nilai informasi penting. Nilai untuk *occurrence* dapat ditentukan dari kedua kolom tersebut. Namun untuk kasus ini, karena data JDE sudah menunjukkan periode yang relative singkat, kejadian untuk kegagalan yang sama dapat dikatakan memiliki nilai MTBF yang singkat. Dari kolom “Equipment” didapat bahwa data diatas merupakan data dari pompa P-1205D.

Nilai *detection* penulis berikan nilai 7 (tujuh) untuk *vibration*, *noisy*, *mechanical seal* dan *low performance*. Sesuai dengan tabel 3.1 RPN Economic, nilai 7 adalah “No monitor (tanpa monitor)”. Penilaian ini didasari data P&ID dan *logsheet* dimana dapat ditemukan nilai pengukuran untuk vibrasi bearing dari pompa. Dengan memiliki data spectrum vibrasi bearing selama operasi normal, asumsinya adalah seorang operator seharusnya mampu untuk mendeteksi apakah kinerja bearing mulai menyimpang dari ambang batas, lalu memutuskan untuk melakukan tindakan preventif yang sesuai. Namun yang menjadi masalah adalah tindakan prediktif maintenance (pengecekan vibrasi) hanya bisa dilakukan oleh tim PdM. Kejadian penggantian bearing sampai dengan 13 kali dalam periode 3 tahun sudah tidak memenuhi standar API 610, yang menyatakan bahwa “ Pompa harus dapat beroperasi tanpa jeda selama minimal 3 (tiga). Hal ini patut dilakukan pengkajian mengenai bagaimana prosedur pengerjaan pemasangan komponen, kesesuaian dimensi, serta kondisi kerja di lapangan.

Dengan memasukkan nilai RPN yang didapat terhadap tabel 4 task selection berdasarkan RPN, didapat *maintenance task* seperti pada tabel 4:

Tabel 4: Task selection

Failure Mode	RPN	Classification	Task Selection
Vibration	910	E	Aggressive maintenance + redesign
Noisy	40	N	No maintenance
Mechanical seal leak	10	N	No maintenance
Low performance	10	N	No maintenance

RPN untuk *vibration* menunjukkan kebutuhan dilakukan *Aggressive maintenance* dan *redesign* pada peralatan. *Redesign* (desain ulang) didefinisikan sebagai seluruh proses yang melakukan tindakan yang mengubah spesifikasi peralatan. Spesifikasi yang dimaksud seperti spesifikasi kinerja, prosedur operasi, dan sebagainya. Menurut penulis, hal ini berkesesuaian dengan umur peralalatan yang sudah berumur tua. Sump pit pump sudah mulai *commisioning* sejak tahun 1999. Walaupun telah dilakukan *rekondisi* peralatan, kemungkinan bahwa terjadi perubahan pada karakteristik fluida dan system operasi akan mengakibatkan perubahan kinerja dari peralatan, khususnya part yang bersinggungan langsung dengan fluida tersebut. Memastikan dan melakukan penyetelan ulang *alignment* termasuk dalam proses desain ulang peralatan.

Kembali kepada masalah kegagalan, *lubrication failure* akan membawa dampak gaya gesek kerja bearing yang diluar batas toleransi bearing. Akibatnya, akan timbul panas (akibat gesekan) yang berakibat keausan dari komponen bearing yang akan berakibat terjadinya *vibration* dan kerusakan ini bisa merembet ke part lainnya yang bergesekan langsung dengan bearing tersebut seperti *shaft*. Untuk *lubrication failure* pada pompa sump pit P-1205D seharusnya bias

diminimalisir dengan modifikasi/ memasang line (tubing) water jetting (air bertekanan) yang langsung membilas lineshaft bearing sehingga pasir iktan tidak akan terakumulasi di lineshaft bearing tersebut sesuai dengan rekomendasi Herman A.J Greutink di dalam “Sleeve Type Bearing and Their Lubrication:

Selain itu, untuk pompa sump pit P-1205 A/B/C fasilitas bearing water flushing ini terpasang dan dibuktikan dengan reliability pompa P-1205 A/B/C yang lebih tinggi di dibandingkan dengan P-1205D.

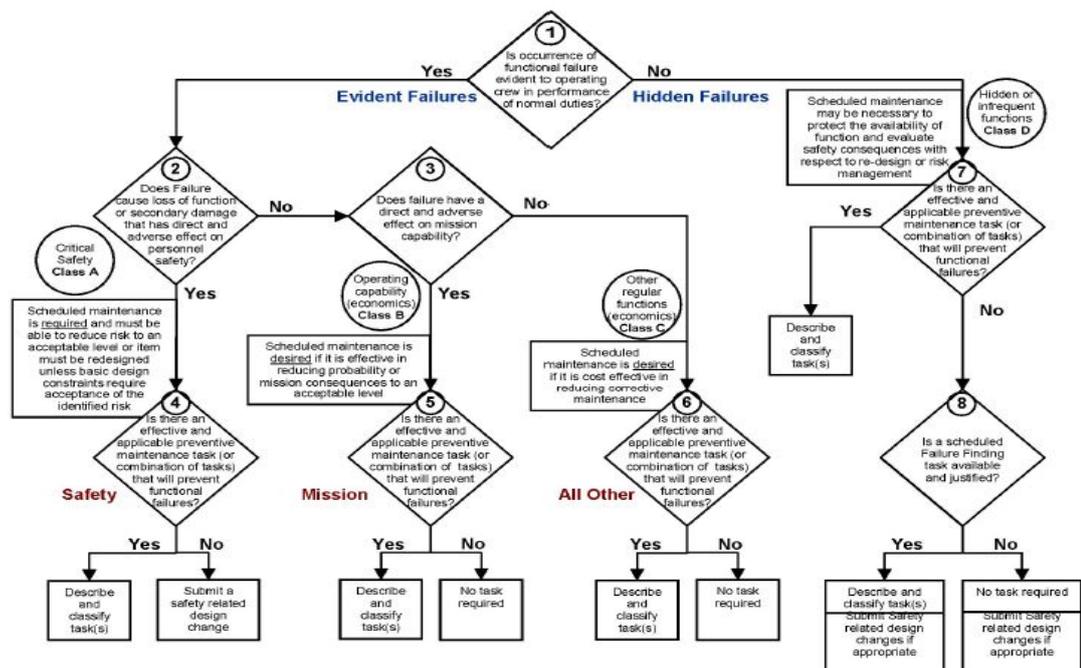
Kegagalan akibat kontaminasi karena kontaminasi benda asing dalam hal ini pasir ke dalam bearing dan shaft akan menyebabkan kerusakan kedua permukaan tersebut, kerusakan seperti goresan akan menjadi pusat akumulasi *stress*. Tanda-tanda bahwa terjadi kegagalan ini adalah *vibration* dan *noise*.



Gambar 10: Prose isapan sump pit pump

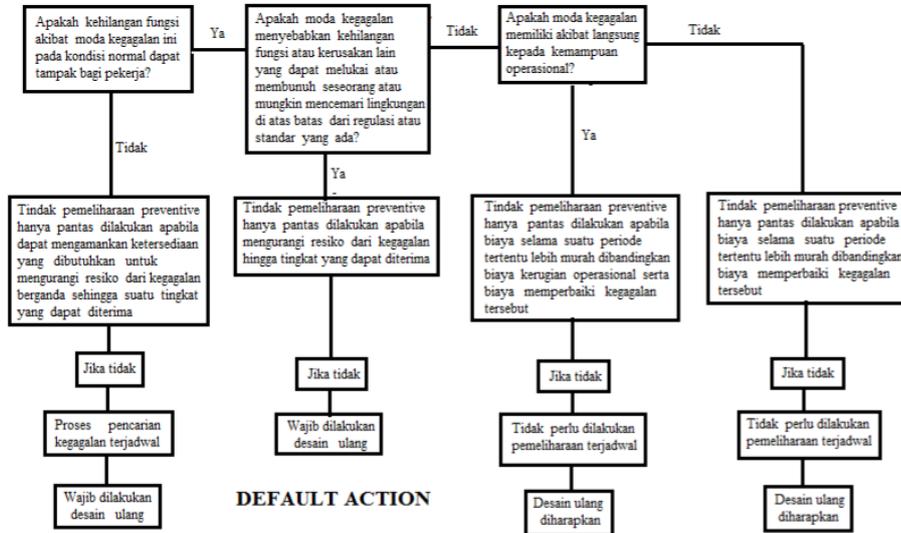
Chemical degrading adalah kerusakan akibat pemaparan bearing pada zat-zat kimia dan lingkungan. Pemaparan terhadap zat kimia bisa dari fluida proses. Physical degrading adalah kerusakan fisik seiring dengan pemakaian.

Hasil dari proses LTA dicatat ke dalam FORM 6 Logic Tree Analysis.



Gambar 11: RCM Decision Logic Tree CVX

Default Action, yaitu tindak default yang harus ditempuh, apakah tidak dilakukan tindak pemeliharaan berkala atau desain ulang.



Gambar 12: Flowchart Penentuan Default Actions

Proposed Maintenance Task, adalah tindak pemeliharaan yang disarankan apabila mengikuti alur dari LTA. Tindak pemeliharaan yang diisikan berkesesuaian dengan hasil yang didapat dari kolom *Failure Management Strategy*.

Interval, yaitu interval dari tindak pemeliharaan dilakukan.

Dapat Dilakukan Oleh, mengacu pada individual yang saat penerapan tindak pemeliharaan ini akan melakukan tindak pemeliharaan tersebut.

Menggabungkan hasil dari proses Penentuan Penyebab Kegagalan dengan hasil dari LTA akan menghasilkan hasil akhir berupa tindak pemeliharaan yang sesuai dengan kondisi peralatan yang ditinjau. Proses penentuan penyebab kegagalan menunjukkan bagian-bagian mana yang kritis dan seringkali menyebabkan *failure* peralatan.

Tabel 5: *Failure Mode*

Failure Mode	RPN	Classification	Task Selection
Vibration	910	E	Aggressive maintenance + redesign
Noisy	40	N	No maintenance
Mechanical seal leak	10	N	No maintenance
Low performance	10	N	No maintenance

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan

1. RCM membawa keuntungan bagi perusahaan dalam jangka panjang, karena menghasilkan task master pemeliharaan yang disesuaikan dengan tingkat kekritisan peralatan, serta mampu membuat pembenaran untuk menghilangkan kegiatan pemeliharaan yang ternyata tidak diperlukan.
2. Penggunaan RCM sangat membantu untuk memungkinkan agar proses RCM dapat diulang terus menerus setiap tahun. File RCM ini harus terdokumentasi agar dapat di *update* kontennya, dan dapat menyimpan hasil dari pengkajian yang sudah dilakukan untuk kemudian dibandingkan dari waktu sebelumnya.

3. Sistem pencatatan maintenance record dan backlog kurang konsisten di JDE yang berisi informasi penting mengenai historical suatu peralatan dan root cause analysis suatu peralatan.
4. Tidak adanya *system control* yang ketat dari pihak *operation* ketika menaikan status/ closing WO dibuktikan dengan tidak adanya attachment PM checklist dan RCA suatu peralatan.
5. Pasir merupakan penyebab kerusakan dini pada lineshaft bearing, hal ini dibuktikan dengan banyaknya akumulasi pasir di dalam Sump pit dan juga berdasarkan BS&W sample crude sump pit dari Lab yang mengandung pasir 0.05%.
6. Tidak adanya sistem pelumasan pada *lineshaft bearing* (hanya mengandalkan fluida lubricated) sehingga terjadinya akumulasi pasir pada line shaft bearing pada saat pompa off.
7. Perlu dilakukan *penambahan sand trap Pit*, karena sump pit sudah tidak bisa mengakomodir pasir ikutan yang terdapat di dalam fluida tersebut. Hal ini dibuktikan dengan adanya kandungan sedimen di dalam sample crude.
8. Perlu dilakukan regenerasi pompa dengan pompa baru yang lebih sesuai dengan kondisi operasi dan karakteristik fluidanya.

5. Daftar Pustaka

- Bachus, L., & Custodio, A. (2003). Pump classification. In *Know and Understand Centrigual Pumps*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/B978-185617409-1/50007-4>
- Langseth, H., Haugen, K., & Sandtorv, H. (1998). Analysis of OREDA data for maintenance optimisation. *Reliability Engineering and System Safety*. [https://doi.org/10.1016/S0951-8320\(98\)83003-2](https://doi.org/10.1016/S0951-8320(98)83003-2)
- Primis, M. H. (2010). McGraw-Hill/Irwin. *Warwick MBA EBE*. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/0021-9681\(67\)90021-5](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/0021-9681(67)90021-5)
- Rörig, B., Klaus, G., & Sutor, B. (1996). Intracellular acidification reduced gap junction coupling between immature rat neocortical pyramidal neurones. *Journal of Physiology*. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1996.sp021125>
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York. <https://doi.org/10.3414/ME10-01-0028>
- Silberberg, Martin; Amateis, P. (2015). McGraw-Hill Connect - Ebook. <https://doi.org/10.1109/DevLrn.2012.6400863>