

Analisa Resiko Pada Sistem Bahan Bakar Motor Induk KM Sabuk Nusantara 116

Daud O. Topayung¹, Meidy P.Y. Kawulur²

^{1,2} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Manado, 0431-811568, 95252, Indonesia

Email: ² meidykawulur@gmail.com

No. Hp: ² 085256560236

Abstrak

Dokumen risk assesment adalah salah satu persyaratan yang diminta oleh Biro Klasifikasi Indonesia yang bertujuan memberikan pedoman untuk kliennya tentang bagaimana mempersiapkan Dokumen risk assesment adalah salah satu persyaratan yang diminta oleh Biro Klasifikasi Indonesia yang bertujuan memberikan pedoman untuk kliennya tentang bagaimana mempersiapkan sebuah evaluasi risiko untuk meningkatkan keamanan dan keselamatan (BKI,2012). Sistem bahan bakar merupakan salah satu sistem penunjang motor induk yang sangat berpengaruh terhadap oprasional kapal, maka dianjurkan untuk mempersiapkan dokumen ini yang mampu memberikan informasi resiko kegagalan dan konsekuensinya terhadap sistem. Didalam penelitian ini, Penilaian kualitas resiko menggunakan analisa kualitatif untuk mengetahui alur kegagalan dan sebab akibat dengan metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Failure Modes and Effect Analysis (FMEA) pada kerja sistem bahan bakar KM. Sabuk Nusantara 116, selanjutnya untuk penilaian konsekuensi resiko ini mengunakan analisa kuantitatif dengan metode penilaian Risk Priority Number (RPN) dan Diagram Pareto untuk gambaran penanganan resiko yang membutuhkan penanganan secepatnya.

Kata Kunci – Risk Assessment, FTA, FMEA, RPN, Diagram Pareto

Risk Analysis Of Motor Fuel System Main KM. Sabuk Nusantara 116

Abstract

The risk assessment document is one of the requirements requested by the Indonesian Classification Bureau which aims to provide guidelines for its clients on how to prepare a risk evaluation to improve security and safety (BKI, 2012). The fuel system is one of the main engine support systems which is very influential on ship operations, so it is recommended to prepare this document which is able to provide information on the risk of failiure and its consequences for the system. In this study, risk quality assessment uses qualitative analysis to determine the path of failure and cause and effect using the Fault Tree Analysis (FTA) and Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) methods in the working of the fuel system KM. Sabuk Nusantara 116, then for assessing the consequences of this risk using quantitative analysis with the Risk Priority Number (RPN) assessment method and Pareto Diagrams to describe risk management that requires immediate treatment.

Keywords – PLC, Relay, Diode, CX-Programmer.

PENDAHULUAN

KM. Sabuk Nusantara 116 merupakan kapal perintis yang menghubungkan daerah terluar, terpencil dan tertinggal. Kapal ini juga menjadi bahan bakar kegiatan ekonomi di daerah yang disinggahi dengan pola trayek dari Tarakan – Toli toli – Leok – Palele – Kwandang (PP).

Namun dalam rute wilayah pelayaran yang akan dituju kapal ini melewati wilayah yang sering terjadi kecelakaan. Hal ini penting untuk diperhatikan menyangkut nyawa dan kendaraan yang dimuat. Oleh karena itu klasifikasi hal sekecil apapun perlu diperhatikan dan dilindungi dari resiko yang dapat terjadi, demi keselamatan bersama sehingga analisa resiko kegagalan sistem yang bersifat teknis perlu diperhitungkan. Salah satunya sistem permesinan dan peralatan di kapal.

Sistem permesinan merupakan kendala yang paling dominan dialami dalam pengoperasian kapal. Mesin induk sebagai tenaga penggerak utama yang berfungsi untuk mengubah tenaga mekanik menjadi tenaga pendorong bagi propeller kapal agar kapal dapat bergerak, dimana dalam pengoperasionalnya mesin induk selalu dalam kondisi running secara terus menerus. Hal ini tentunya akan mempengaruhi kondisi mesin. Kerusakan yang terjadi pada sistem bahan bakar motor induk pada sistem bahan bakar sangatlah bervariasi. Dalam kondisi aktualnya, kerusakan yang terjadi pada sebuah mesin sangatlah kompleks, sehingga sangat sulit untuk mencari model matematik dari sebuah mesin yang dapat digunakan sebagai parameter dalam mendiagnosa kerusakan. Setiap kapal wajib mempunyai dokumen analisa resiko guna memberikan pedoman dalam mempersiapkan sebuah langkah evaluasi risiko guna meningkatkan keselamatan operasional kapal.

TINJAUAN PUSTAKA

Bahaya dan Resiko

Bahaya atau hazard adalah suatu sumber yang berpotensi menimbulkan kerugian baik berupa luka –luka terhadap manusia, penyakit, kerusakan property, lingkungan dan kombinasinya (frank bird-loss control management). Sedangkan menurut OHSAS 18001 hazard adalah sumber, situasi atau tindakan yang berpotensi menimbulkan kerugian dalam hal luka-luka atau penyakit terhadap manusia dan menurut Biro Klasifikasi Indonesia bahaya adalah kondisi yang ada yang dapat berpotensi menyebabkan suatu peristiwa yang tidak diinginkan.[3]

Bahaya adalah segala sesuatu termasuk situasi atau tindakan yang berpotensi menimbulkan kecelakaan atau cedera pada manusia, kerusakan atau gangguan lainnya. Oleh karena itu, diperlukan pengendalian yang tepat agar bahaya tersebut tidak menimbulkan akibat yang merugikan. Bahaya merupakan sifat melekat (inherent) dan menjadi bagian dari suatu zat, sistem, kondisi, atau peralatan.[5]

Bahaya dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu :

1. Bahaya Keselamatan Kerja (Safety Hazard)
2. Bahaya Kesehatan Kerja (Health Hazard)

Resiko adalah peluang terjadinya sesuatu yang akan mempunyai dampak terhadap sasaran, diukur dengan hukum sebab akibat. Resiko diukur berdasarkan nilai probabilitas dan Konsekuensi. Konsekuensi atau dampak hanya akan terjadi bila ada bahaya dan kontak antara manusia dengan peralatan ataupun material yang terlibat dalam suatu interaksi.[6] Formula yang digunakan dalam melakukan perhitungan resiko adalah produk dari frekuensi yang tidak diinginkan acara diantisipasi terjadi dan konsekuensi dari kejadian. Analisis risiko merupakan proses pemahaman sebagai berikut:

1. Apa hal-hal yang tidak diinginkan dapat terjadi
2. Bagaimana mungkin mereka terjadi.

Sistem Bahan Bakar

Sistem bahan bakar pada kapal merupakan bahan bakar fungsi operasional dan pelayanan kapal. Salah satunya adalah sistem yang menunjang kelancaran operasional motor induk sebagai sistem penggerak kapal. Salah satu sistem bahan bakar motor induk adalah sistem bahan bakar. Instalasi sistem bahan bakar didefinisikan sebagai peralatan untuk mensuplai bahan bakar ke mesin utama dari tangki penyimpanan (storage tank) menuju mesin utama (main engine) untuk pembakaran di ruang bakar main engine sehingga dapat dihasilkan tenaga sebagai penggerak kapal. [1]

Adapun jenis bahan bakar yang digunakan KM. ini berupa Minyak Solar (HSD) dengan instalasi sistem perpipaan bahan bakar yang terdiri dari 2 buah pompa transfer bahan bakar yang telah dikonfigurasi, 2 buah tanki harian bahan bakar, pipa, katup, dan perlengkapan lainnya sesuai dengan standar pabrik pembuatan mesin induk yang telah disertifikasi oleh Biro Klasifikasi Indonesia.

Mekanisme penyuplaian bahan bakar ini diambil tanki induk port dan starboard bahan bakar didasar ganda dengan pompa transfer bahan bakar setelah sebelumnya melewati filter penyaring bahan bakar sebelum masuk kedalam mesin induk. Kemudian aliran bahan bakar dibagi dua ke tanki harian bahan bakar untuk mesin induk pada sisi port dan starboard.

Analisa Kualitatif

Analisa Kualitatif adalah metode yang lebih menekankan pada aspek pemahaman secara mendalam terhadap suatu masalah daripada melihat permasalahan untuk penelitian generalisasi. Metode penelitian ini menggunakan teknik analisis mendalam (in-depth analysis), yaitu mengkaji masalah secara kasus per kasus karena metodologi kualitatif yakin bahwa sifat suatu masalah satu akan berbeda dengan sifat dari masalah lainnya. Analisa kualitatif sering digunakan untuk mengevaluasi keandalan suatu sistem berdasarkan analisa kegagalan, sehingga kita dapat melakukan penilaian keandalan berdasarkan data kualitatif serta pengalaman yang sudah ada.[2]

Analisa Kuantitatif

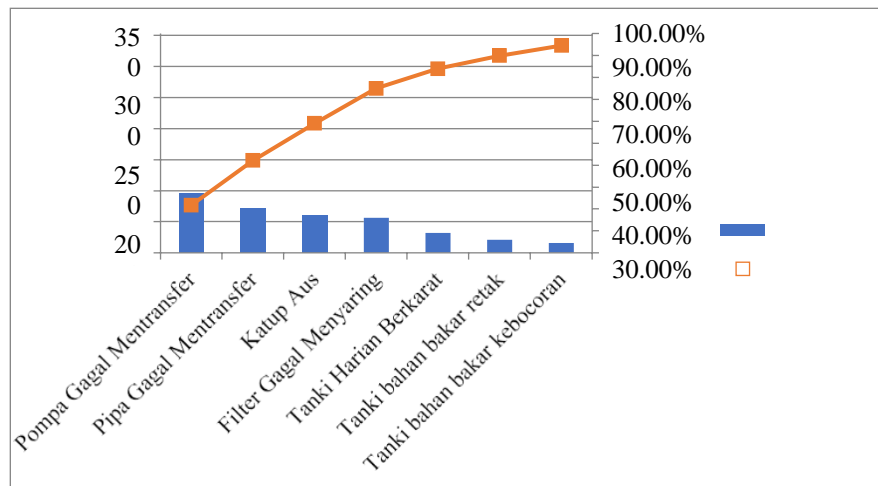
Analisa kuantitatif adalah metode yang lebih menekankan pada aspek pengukuran secara obyektif terhadap fenomena social. Untuk dapat melakukan pengukuran, setiap fenomena social di jabarkan kedalam beberapa komponen masalah, variable dan indicator. Setiap variable yang di tentukan di ukur dengan memberikan symbol-symbol angka yang berbeda-beda sesuai dengan kategori informasi yang berkaitan dengan variable tersebut. Dengan menggunakan symbol-symbol angka tersebut, teknik perhitungan secara kuantitatif matematik dapat di lakukan sehingga dapat menghasilkan suatu kesimpulan yang belaku umum di dalam suatu parameter.

Diagram pareto

Diagram pareto dikembangkan oleh vilfredo frederigo samoso pada akhir abad ke-19 merupakan pendekatan logic dari tahap awal pada proses perbaikan suatu situasi yang digambarkan dalam bentuk histogram yang dikenal sebagai konsep *vital few and the trivial many* untuk mendapatkan penyebab utamanya. diagram pareto telah digunakan secara luas dalam kegiatan kendali mutu untuk menangani kerangka proyek; proses program; kombinasi pelatihan, proyek dan proses, sehingga sangat membantu dan memberikan kemudahan bagi para pekerja dalam meningkatkan mutu pekerjaan. Diagram pareto sangat tepat digunakan jika menginginkan hal-hal seperti menentukan prioritas karena keterbatasan sumberdaya, menggunakan kearifan tim secara kolektif, menghasilkan *consensus* atau keputusan akhir, dan menempatkan keputusan pada data kuantitatif.[5]

Diagram Pareto merupakan metode standar dalam pengendalian mutu untuk mendapatkan hasil maksimal atau memilih masalah-masalah utama dan lagi pula dianggap sebagai suatu pendekatan sederhana yang dapat dipahami oleh pekerja tidak terlalu terdidik, serta sebagai perangkat pemecahan dalam bidang yang cukup kompleks. Diagram Pareto merupakan suatu gambar yang mengurutkan klasifikasi data dari kiri ke kanan menurut urutan ranking tertinggi hingga terendah. Hal ini dapat membantu menemukan permasalahan yang terpenting untuk segera diselesaikan (ranking tertinggi) sampai dengan yang tidak harus segera diselesaikan (ranking terendah). Selain itu, Diagram Pareto juga dapat digunakan untuk membandingkan kondisi proses, misalnya ketidaksesuaian proses, sebelum dan setelah diambil tindakan perbaikan terhadap proses. Analisa pareto didasarkan pada hukum 80/20 yang berarti bahwa 80% kerugian hanya disebabkan oleh hanya 20% masalah terbesar. Adapun penentuannya nilai com presentase sebagai berikut:

1. Mengisi dan mengurutkan data mode kegagalan berdasarkan nilai RPN tertinggi ke terendah.
2. Mengelola data dengan menjumlahkan nilai RPN keseluruhan dengan hubungan presentasinya dalam bentuk table.
3. Setelah data com presentase keluar lanjutkan dengan membuat chart column 2 series seperti gambar dibawah.



Gambar 1. Diagram Pareto

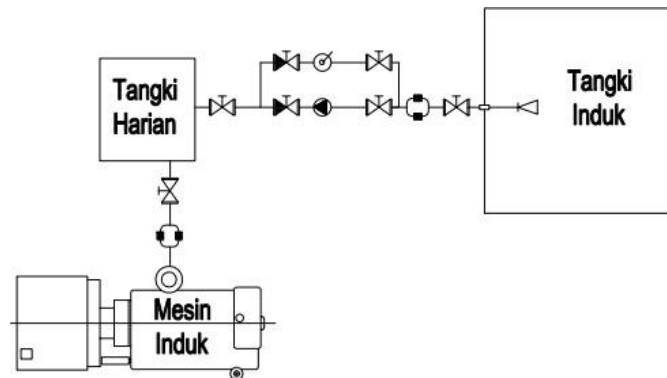
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem Bahan Bakar

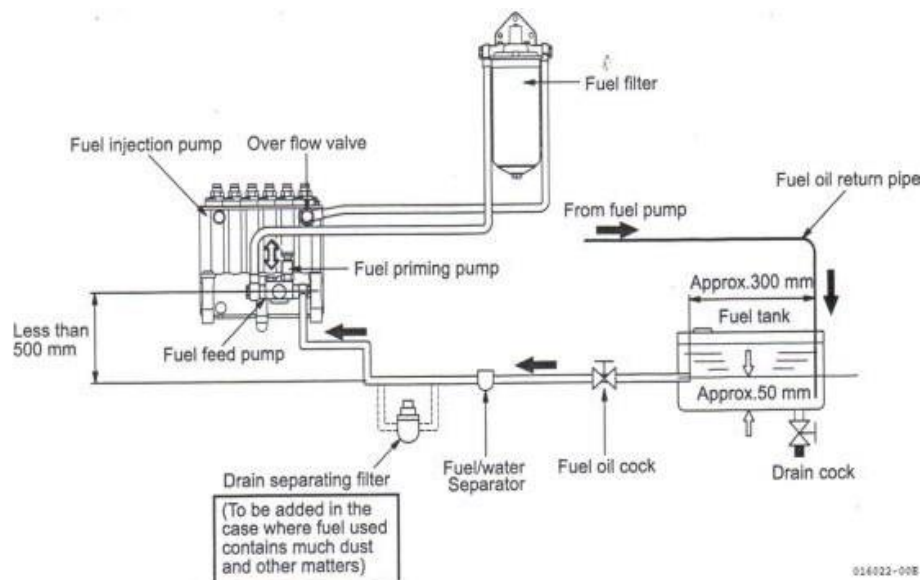
Sistem bahan bakar merupakan salah satu penunjang dari sistem penggerak utama sebuah kapal, dimana fungsi dari sistem tidak lain hanya untuk menyalurkan bahan bakar dari tangki penyimpanan ke mesin induk agar mesin dapat berjalan secara normal. Berikut prinsip kerja system bahan bakar KM. Sabuk Nusantara 116

1. bahan bakar dari tangki induk melewati *stop valve* dan mengalirmenuju *Duplex Strainer* untuk penyaringan. Setelah dari *Duplex strainer* bahan bakar akan melewati *stop valve* untuk menuju pompa transfer / pompa tangan(saat *emergency*) , dan melewati *Screwdown Stop Check Valve* mengalir menuju pipa isi dan melewati *stop valve* yang akhirnya akan mengisi tangki harian.
2. Selanjutnya bahan bakar dari tangki harian ini akan melewati *self closing valve* mengalir menuju *Duplex Strainer* masuk kedalam mesin induk.
3. Pada saat bahan bakar masuk kedalam mesin ini terlebih dahulu akan melewati *fuel oil return pipe* untuk menuju ke *fuel tank* mesin induk. Selanjut bahan bakar dari *fuel tank* mesin induk ini akan menuju ke *fuel cock* (kran bensin) , setelah melewati *fuel cock* (kran bensin) bahan bakar akan menuju ke *fuel/water separator* untuk memisahkan bahan bakar yang tercampur dengan air, jika bahan bakar belum sempurna saat melewati *fuel/water separator* bahan bakar akan melewati *drain separaring filter* terlebih dahulu sebelum menuju *feed pump* (pompa pengumpan)
4. Setelah bahan bakar melewati *fuel feed pump* (pompa pengumpan) , bahan bakar akan menuju ke *fuel priming pump* terlebih dahulu dan selanjutnya bahanbakar akan menuju ke *fuel filter* untuk memastikan bahan bakar dalam keadaanya yang sempurna sebelum menuju ke pompa injeksi. Saat bahan bakartelah masuk ke pompa injeksi ini akan mensuplai bahan bakar ke dalam silinderuntuk melaksanakan proses kerja mesin.

Demikianlah siklus ini terjadi terus- menerus selama mesin beroperasi.



Gambar 2. Diagram pipa sistem bahan bakar KM. Sabuk Nusantara 116



Gambar 3. Diagram instalasi bahan bakar mesin induk

1. *Stop Valve* mengalami kegagalan
Kegagalan pada katup berupa lengket atau aus suatu katup ini diakibatkan pengaruh korosi akibat tekanan kerja yang berlebihan dan kelelahan material untuk bekerja. Hal ini dapat menyebabkan debit aliran fluida sulit diatur.
2. *Duplex Strainer* mengalami kegagalan
Kegagalan pada strainer berupa ketersumbatan atau usang diakibatkan pengaruh banyaknya kotoran yang masuk dan menumpuk sehingga fluida bahan bakar tidak dapat melewati membrane yang akhirnya dapat mempengaruhi penyuplaian bahan bakar dan mengganggu subsistem yang lain, berupa kebocoran yang disebabkan korosi akibat tekanan kerja yang berlebihan atau kelelahan material

Fault Tree Analysis Pada Sistem Bahan Bakar

Failure Tree Analysis (FTA) Adalah metode kualitatif digunakan untuk mengkaji data desain sistem yang diperoleh dari hasil observasi dan wawancara tempat penelitian. *Fault Tree Analysis (FTA)* untuk Sistem Bahan Bakar Pada KM. Sabuk Nusantara 116 dari diagram fault tree terlihat pada gambar. 4.4, Top eventnya adalah sistem bahan bakar gagal bila kejadian dibawah gerbang G0 salah satu dari tiga subsistem yaitu subsistem penampungan, subsistem suplai dan pemompaan, subsistem permesinan. Untuk kejadian subsistem suplai gagal bila kejadian dibawah gerbang G1 salah satu dari empat komponen beserta kejadian mode kegagalan dari tangki induk, stop valve, duplex strainer dan pipa gagal.

Kemudian untuk kejadian subsistem suplai dan pemompaan gagal apabila kejadiandibawah gerbang G2 salah satu dari lima komponen beserta kejadian mode kegagalan dari pompa, screw down stop check valve, pipa isi, stop valve dan tangki harian gagal. Kegagalan subkomponen pompa gagal apabila dibawah gerbang G4 komponen pompa transfer dan pompa standby gagal akibat mode impeller aus dan kegagalan pada elektro motor terjadi dibawah gerbang G5. Demikian pula saat emergency untuk kegagalan pada subkomponen pompa tangan apabila dibawah gerbang G6 terjadi dengan mode kegagalan tekanan berkurang akibat kelelahan material berupa impeller aus. Selanjutnya subsistem di atas gerbang G3 yaitu subsistem permesinan akan gagal apabila salah satu komponen gagal beserta mode kegagalan terjadi yaitu komponen self closing valve, duplex strainer, fuel oil return pipe, fuel tank, fuel cock, fuel/water separator, drain separing filter, feed pump, fuel filter dan pompa injeksi mengalami kegagalan. Selanjut dengan komponen pompa feed gagal apabila kejadian dibawah gerbang G7 terjadi dengan mode kegagalan segel minyak aus. Dan terakhir pada pompa injeksi gagal ketika kejadian dibawah gerbang G8 terjadi dengan mode kegagalan plunger aus dan delivery valve aus.

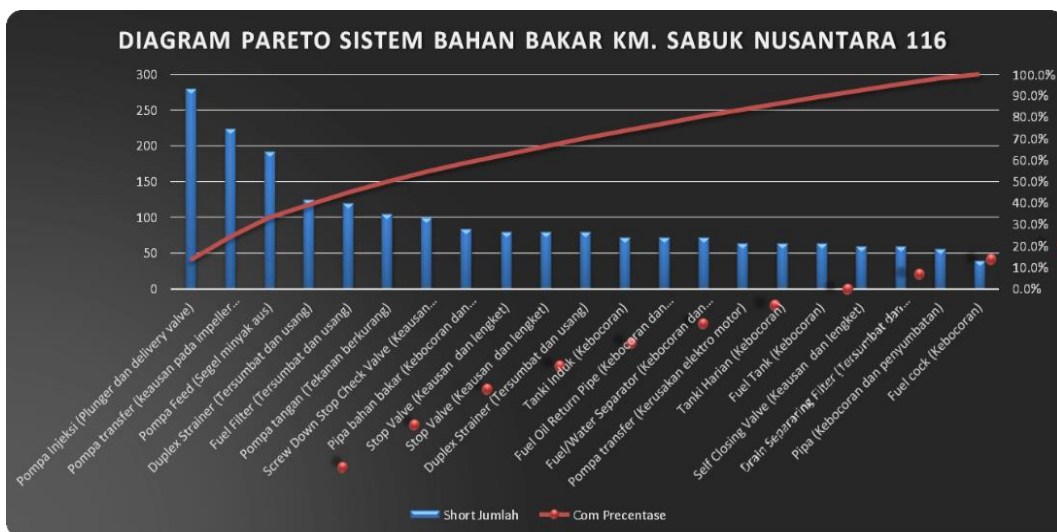
Diagram Pareto Sistem Bahan Bakar

Diagram Pareto merupakan analisa kuantitatif dengan metode pendekatan yang digunakan untuk mendapatkan hasil maksimal dalam memilih macam-macam masalah agar muda dipahami dengan table dan sebagai pemecah masalah yang cukup kompleks dalam bentuk sebuah diagram sebagai berikut

Tabel 1. Presentase Nilai Diagram Pareto Sistem Bahan Bakar

Failure	Short Jumlah	Precentase	Com Precentase
Pompa Injeksi (Plunger dan delivery valve)	280	13,4%	13,4%
Pompa transfer (keausan pada impeller pompa)	224	10,7%	24,1%
Pompa Feed (Segel minyak aus)	192	9,2%	33,2%
Duplex Strainer (Tersumbat dan usang)	125	6,0%	39,2%
Fuel Filter (Tersumbat dan usang)	120	5,7%	44,9%
Pompa tangan (Tekanan berkurang)	105	5,0%	50,0%
Screw Down Stop Check Valve (Keausan dan lengket)	100	4,8%	54,7%

Failure	Short Jumlah	Precentage	Com Precentage
Pipa bahan bakar (Kebocoran dan penyumbatan)	84	4,0%	58,7%
Stop Valve (Keausan dan lengket)	80	3,8%	62,6%
Stop Valve (Keausan dan lengket)	80	3,8%	66,4%
Duplex Strainer (Tersumbat dan usang)	80	3,8%	70,2%
Tanki Induk (Kebocoran)	72	3,4%	73,6%
Fuel Oil Return Pipe (Kebocoran dan penyumbatan)	72	3,4%	77,1%
Fuel/Water Separator (Kebocoran dan Penyumbatan)	72	3,4%	80,5%
Pompa transfer (Kerusakan elektro motor)	64	3,1%	83,6%
Tanki Harian (Kebocoran)	64	3,1%	86,6%
Fuel Tank (Kebocoran)	64	3,1%	89,7%
Self Closing Valve (Keausan dan lengket)	60	2,9%	92,6%
Drain Separating Filter (Tersumbat dan usang)	60	2,9%	95,4%
Pipa (Kebocoran dan penyumbatan)	56	2,7%	98,1%
Fuel cock (Kebocoran)	40	1,9%	100,0%
Total	2094		



Gambar 1. Diagram Pareto Sistem Bahan Bakar

Berdasarkan hasil analisa menggunakan diagram pareto dapat diketahui beberapa failure mode pada sistem bahan bakar yang diprioritaskan untuk dilakukan perbaikan yaitu:

1. Pompa Injeksi (Plunger dan delivery valve)
2. Pompa transfer (keausan pada impeller pompa)
3. Pompa Feed (Segel minyak aus)

4. Duplex Strainer (Tersumbat dan usang)
5. Fuel Filter (Tersumbat dan usang)
6. Pompa tangan (Tekanan berkurang)
7. Screw Down Stop Check Valve (Keausan dan lengket)
8. Pipa bahan bakar (Kebocoran dan penyumbatan)
9. Stop Valve (Keausan dan lengket)
10. Stop Valve (Keausan dan lengket)
11. Duplex Strainer (Tersumbat dan usang)
12. Tanki Induk (Kebocoran)
13. Fuel Oil Return Pipe (Kebocoran dan penyumbatan)
14. Fuel/Water Separator (Kebocoran dan Penyumbatan)
15. Pompa transfer (Kerusakan elektro motor)
16. Tanki Harian (Kebocoran)
17. Fuel Tank (Kebocoran)
18. Self Closing Valve (Keausan dan lengket)
19. Drain Separating Filter (Tersumbat dan usang)
20. Pipa (Kebocoran dan penyumbatan)
21. Fuel cock (Kebocoran)

KESIMPULAN

Dari hasil analisa kualitatif dan kuantitatif, untuk komponen-komponen sistem bahan bakar pada mesin induk KM. Sabuk Nusantara 116 dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil indentifikasi alur dan sebab akibat failure mode dokumen FTA dan FMEA:
 - a. Sistem bahan bakar gagal apabila terdapat salah satu kejadian pada subsistem penampungan, subsistem suplai dan pemompaan dan subsistem permesinan gagal.
 - b. Subsistem penampungan gagal apabila terdapat salah satu kejadian padadari tangki induk, stop valve, duplex strainer dan pipa gagal.
 - c. Subsistem suplai dan pemompaan gagal apabila terdapat kedua kejadian pada komponen dari pompa, screw down stop check valve, pipa isi, stopvalve dan tangki harian gagal.
 - d. Subsistem permesinan gagal apabila terdapat salah satu kejadian pada komponen self closing valve, duplex strainer, fuel oil return pipe, fuel tank, fuel cock, fuel/water separator, drain separating filter, feed pump, fuel filter dan pompa injeksi gagal.
 - e. Subsistem permesinan mempunyai nilai probabilitas terjadinya kegagalan lebih tinggi dibandingkan dengan subsistem lainnya.
2. Berdasarkan hasil penilaian resiko tiap mode kegagalan dengan metode Diagram Pareto yang memiliki skor tertinggi dan signifikan membutuhkan prioritas penanganan ketika terjadi kegagalan adalah komponen pompa injeksi dengan mode kegagalan terjadinya keausan pada Plunger dan delivery valve, dengan jumlah nilai 280 (*Risk Priority*

Number) yang termasuk kategori beresiko tinggi dan membutuhkan langkah penanganan secepatnya.

SARAN

1. KM. Sabuk Nusantara 116 disarankan melakukan perawatan yang rutin pada komponen yang mempunyai nilai probabilitas tinggi untuk meningkatkan kehandalan tiap komponen dan memberikan perhatian lebih pada komponen yang memiliki tingkat RPN yang cukup tinggi.
2. Hendaknya penelitian ini dijadikan alternatif konsep untuk perawatan mesin induk KM. Sabuk Nusantara 116 dalam rangka membangun sistem manajemen perawatan mesin yang lebih baik.

REFERENSI

- [1] ABS, 2015, *Guidance Notes On Failure Effect Analysis (FMEA) For Class*. Anonim, 2000, **Mesin Otomotif**. Malang : PPPPTK / VEDC Malang.
- [2] Assagaf, Iman pradana, 2015. **Manajemen Perawatan dengan Metode Reliability Centered Maintenance (RCM) pada Sistem Pendingin Mesin Utama KM.Ferry Dolosi**. Program Studi Teknik Sistem Perkapalan FT-UH: Makassar.
- [3] BKI, 2012, *Guidance For Survey Based On Reliability Centered Maintenance*.
- [4] Baharuddin, Zulkifli A.Yusuf, dkk, 2009, **Analisa Perawatan Berbasis Keandalan Sistem Distribusi Minyak Lumas Mesin Utama KMP. Bontoharu**. Program Studi Teknik Sistem Perkapalan FT-UH : Makassar.
- [5] Butterworths-Heineman Limited , Oxford, United Kingdom Ford Motor Company, 2004. *FMEA Handbook Version 4.1*.
- [6] Hafidh Munawir, Dani Yunanto, 2014. **Analisa Penyebab Kerusakan Mesin Sizing Baba Sangyo Kikai Dengan Metode FMEA Dan LTA (Studi Kasus Di Pt Primatexco Indonesia)**. Jurusan Teknik Industri UMS : Surakarta.