

Received : August 2019

Accepted : February 2020

Published : April 2020

Analisa Tingkat Resiko Pada Komponen Pembangkit Listrik di Kota Balikpapan Menggunakan Metode FMEA

Faisal Manta^{1*}, Hadhimas Dwi Haryono², Risdianto Ardani³,

¹Staf Pengajar Teknik Mesin Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan, Indonesia

²Staf Pengajar Teknik Mesin Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan, Indonesia

³Mahasiswa Teknik Mesin Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan, Indonesia

*Email :faisal86@itk.ac.id

Abstract

Company X is a power plant that supplies Balikpapan city electricity. In order to maintain the availability of electricity, regular maintenance is carried out, predictive, preventive and corrective maintenance in company X. The maintenance scheme of each component is based on the level of risk and priority scale. In this study, the determination of the level of risk and priority scale for each component uses Failure Mode And Effect Analysis (FMEA). The subject of the research was the W20V320 engine type diesel fuel component in the X power plant in Balikpapan City. Maintenance data for 2 years, 2017 and 2018, with 420 failure modes from 67 components used as research data. Engines are grouped into 12 systems and each system has a RPN (Risk Priority Number) value. In the RPN the Severity, Occurance, and Detection values are arranged based on company X's condition at the time the report is written. The highest RPN value is found in the Radiator Motor Fan component in the Radiator system and the LO Separator component in the Lube Oil Supply System which is 144. Components with an RPN value > 40 receive predictive and preventive maintenance services, while components with an RPN value < 20 get corrective maintenance services.

Keywords : FMEA Maintenance, RPN

Abstrak

Perusahaan X merupakan pembangkit yang memasok listrik kota Balikpapan. Perawatan berkala dilakukan demi menjaga ketersediaan listrik yaitu *predictive, preventive* dan *corrective maintenance*. Skema perawatan setiap komponen berdasarkan tingkat resiko dan skala prioritas. Pada penelitian dilakukan penentuan tingkat resiko dan skala prioritas setiap komponen menggunakan *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA). Subjek penelitian adalah komponen *Engine* tipe W20V320 berbahan bakar *marine fuel oil* di perusahaan X. Data perawatan di tahun 2017 dan 2018, 67 komponen dan 420 mode kegagalan sebagai bahan penelitian. *Engine* diklasifikasi menjadi 12 sistem dan setiap sistem memiliki nilai RPN (*Risk Priority Number*). Nilai *Severity, Occurance,* dan *Detection* pada RPN disusun berdasarkan kondisi perusahaan X disaat laporan ditulis. Nilai RPN tertinggi terdapat pada komponen *Radiator Motor Fan* di sistem *Radiator* dan Komponen *LO Separator* di sistem *Lube Oil Supply System* yaitu 144. Komponen dengan nilai RPN lebih dari 40 mendapatkan jenis perawatan *predictive* dan *preventive*, sedangkan komponen dengan nilai RPN kurang dari 20 mendapatkan perawatan *corrective*.

Kata kunci : FMEA, Maintenance, RPN

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Listrik telah menjadi kebutuhan pokok yang wajib terpenuhi ketersediannya, tidak terkecuali Kota Balikpapan Kalimantan Timur. Kota Balikpapan memiliki luas wilayah 503,3 km² berpenduduk 645.727 jiwa dengan konsumsi listrik mencapai 652.363 kW/bulan[1]. Listrik Kota Balikpapan

didukung oleh beberapa pembangkit yang menyebar di sekitar Kaltim.

Perusahaan X merupakan pembangkit swasta yang menyediakan listrik Kota Balikpapan dengan daya 45 MW. 5 unit *engine* berbahan bakar *marine fuel oil* digunakan sebagai pembangkit utama. Perusahaan X telah melakukan pengembangan sejak berdirinya di tahun 2009. Perawatan secara berkala

dilakukan dengan *predictive, preventive* dan *corrective maintenance*[2][3].

Perusahaan X telah berkomitmen untuk tetap melakukan pengembangan secara berkelanjutan, demi memenuhi kebutuhan listrik Kota Balikpapan yang terus meningkat. Memaksimalkan potensi sumber daya dengan menganalisa kegagalan yang telah terjadi dan fokus pada akar permasalahan.

Metode FMEA membantu perusahaan mengembangkan analisa resiko dalam manajemen pemeliharaan [4]. Metode yang sistematis, terorganisasi dan efisien, sehingga perusahaan mampu menyusun rencana menghadapi kondisi kritis untuk meningkatkan keandalan [5]. Potensi kegagalan diminimalisir atau dihilangkan hingga ke akar permasalahan, untuk mencegah kegagalan terulang kembali dikemudian hari.

Permasalahan penelitian dapat dirumuskan berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan yaitu;

- Evaluasi dan klasifikasi mode kegagalan sistem pada perusahaan.
- Identifikasi tingkat resiko untuk setiap mode kegagalan dan akar permasalahan dengan FMEA.
- Menentukan tingkat kritis berdasarkan perhitungan FMEA.

Pada tahap awal, setiap potensi kegagalan dikualifikasikan berdasarkan skala prioritas penanganan. Skala prioritas disusun menurut kondisi resiko efek kegagalan terhadap operasional sistem dan proses di perusahaan. Parameter yang digunakan dalam penyusunan skala prioritas adalah tingkat kerusakan (*severity*), frekuensi kerusakan (*occurrence*) dan tingkat deteksi (*detection*). *Severity* merupakan luasan efek kegagalan terhadap operasional proses dan produksi. *Occurrence* adalah kerap jumlah terjadinya kegagalan dalam satuan kerja periode tertentu. *Detection* merupakan kemampuan untuk membaca indikasi-indikasi kegagalan. Kemampuan indikasi dapat dipengaruhi oleh kapabel karyawan dan kelengkapan alat

pendukung, sehingga tingkat deteksi semakin tinggi[6].

FMEA memiliki fleksibilitas prosedur karena tujuan organisasi, proses, produk dan pelanggan yang berbeda setiap perusahaan. Keuntungan bagi perusahaan, jika FMEA dilakukan dengan baik antara lain meminimalisir kegagalan terulang kembali, mengurangi kerugian akibat kegagalan, mengurangi kejadian tidak terduga, peningkatan proses, kualitas/kuantitas produk, keandalan dan keselamatan, orientasi pada hasil, fokus atas tindakan pencegahan [7].

2. Metode Penelitian

Metode penelitian dimulai dari klasifikasi mode kegagalan, indentifikasi tingkat resiko dan perhitungan resiko[8].

2.1. Klasifikasi Mode Kegagalan

Klasifikasi mode kegagalan terhadap data kerusakan komponen selama tahun 2017 dan 2018. Data diklasifikasikan menurut sistem kerja *engine* dan setiap sistem berisi semua mode kegagalan dari komponen yang terlibat. Mode kegagalan disusun berdasarkan penyebab dan dampak yang terjadi. Penyebab dijabarkan hingga permasalahan paling mendasar untuk ditemukan akar masalahnya. Dampak dijabarkan hingga efek atau potensi terbesar yang mungkin terjadi.

2.2. Identifikasi Tingkat Resiko

Pada tahap berikutnya dilakukan analisa tingkat kerusakan, frekuensi, dan deteksi dari semua mode kegagalan. Keseluruhan data kerusakan, frekuensi, dan deteksi diubah ke dalam bentuk nilai skala satuan ordinal dari 1 sampai 10. Skala ditentukan menurut data primer dari objek yang diteliti seperti *checksheet* inspeksi harian dan wawancara dengan tenaga ahli. Skala tersebut digunakan untuk perhitungan RPN (*Risk Priority Number*).

2.3 Perhitungan Resiko

Pada tahap akhir dilakukan perhitungan nilai RPN (*Risk Priority Number*). Rumusan adalah sebagai berikut [9]:

$$RPN = S \times O \times D. \dots \dots \dots (1)$$

S : Nilai *Saverity*

O : Nilai *Occurance*

D : Nilai *Detection*

Hasil analisa nilai RPN menjadi dasar penyusunan tingkat prioritas penanggulangan mode kegagalan.

3. Hasil Penelitian

3.1. Hasil Klasifikasi Mode Kegagalan

Berdasarkan data kegagalan komponen tahun 2017 dan 2018, diperoleh bahwa *engine* tipe W20V320 mengalami 420 mode kegagalan. Mode kegagalan diklasifikasikan dalam 12 sistem dengan 55 komponen dan efek kegagalan untuk setiap komponen seperti yang ditunjukkan pada tabel 1 [10] (disajikan pada lampiran).

Pada sistem *engine* memiliki 8 komponen yaitu *engine, cylinder head, starting valve, pushrod inlet, flywheel connection, camshaft, cranksaft, crankcase pressure* dengan mode kegagalan adalah kegagalan fungsi, kebocoran, keausan dan kesalahan perakitan. Dampak yang terjadi adalah turunnya performansi *engine* hingga terhentinya operasi.

Pada sistem *turbocharger* terdiri dari 7 komponen yaitu *turbocharger, gas inlet chasing, nozzle ring, turbocharger washing unit, speed measurement, compressor unit (Starting Air Equipment), instrument air Equipment* dengan mode kegagalan yaitu kegagalan fungsi, keberadaan pengotor dan keausan. Dampak yang dimiliki adalah penurunan performansi hingga berhentinya operasi.

Pada *water cooling system* memiliki 5 komponen yaitu *HT/LT water looling system, heat exchange, charge air cooler, HT water treeway valve, HT preheater* dengan mode kegagalan adalah keberadaan pengotor, kebocoran, kegagalan fungsi. Efek yang terjadi adalah penurunan kapasitas listrik hingga operasi terhenti.

Pada sistem *radiator* memiliki 4 komponen yaitu *freq. konverter, section radiator, radiator motor fan, radiator panel control* dengan mode kegagalan adalah keberadaan pengotor, kegagalan fungsi, kebocoran, kesalahan perawatan. Dampak yang terjadi adalah penurunan kapasitas listrik hingga operasi terhenti.

Pada sistem *booster modul* memiliki 6 komponen yaitu *booster modul, booster pump, pressure indicator, temperature indicator, FO duflex filter, mixing tank* dengan mode kegagalan kebocoran, kegagalan fungsi alat, keberadaan pengotor. Efek yang terjadi adalah penurunan pasokan listrik hingga operasi terhenti.

Pada sistem *fuel injection system* memiliki 4 komponen yaitu *fuel injection system, fuel pump cylinder, charge air filter, pressure indicator* dengan mode kegagalan adalah kebocoran, kegagalan fungsi, keberadaan pengotor. Dampak yang terjadi adalah penurunan pasokan listrik hingga terhentinya operasi.

Pada sistem *exhaust gas system* memiliki 5 komponen yaitu *exhaust gas system, exhaust manifold, double bellows, exhaust stack, pneumatic control dumper* dengan mode kegagalan kerusakan sambungan, korosi, kebocoran. Efek yang terjadi adalah pencemaran lingkungan.

Pada sistem *lube oil supply system* memiliki 6 komponen yaitu *lube oil supply system, lube oil cooler, LO automatic filter, LO centrifugal filter, oil mist separator, LO separator* dengan mode kegagalan yaitu kebocoran, keberadaan pengotor, kegagalan fungsi. Efek yang terjadi kelebihan panas hingga menghentikan operasi.

Pada sistem *governor* memiliki 1 komponen yaitu *governor* dengan mode kegagalan pengaturan *timing*, kesalahan instalisasi, kegagalan fungsi. Efek yang terjadi adalah penurunan performansi hingga operasi terhenti.

Pada sistem *generator* memiliki 1 komponen yaitu *generator* dengan mode kegagalan *starting*, kesalahan instalisasi,

kegagalan fungsi. Efek yang terjadi adalah operasi terhenti.

Pada sistem *bearing* memiliki 2 komponen yaitu *bearing set*, *bearing generator* dengan mode kegagalan adalah kerusakan fisik, kesalahan instalasi, kebocoran, keausan. Efek yang terjadi adalah panas, suara dan getaran tinggi, penurunan pasokan listrik hingga terhentinya operasi.

Pada sistem *local control* memiliki 6 komponen yaitu *pressure measurement*, *speed measurement*, *temperature measurement*, *engine safety modul*, *power distribution modul*, *pneumatic control* dengan mode kegagalan kegagalan fungsi pengukuran. Efek yang terjadi adalah penurunan kapasitas listrik hingga terhentinya operasi.

3.2. Hasil Identifikasi Resiko

Hasil analisa setiap mode kegagalan berdasarkan tingkat kerusakan (*severity*), frekuensi (*occurrence*), dan deteksi (*detection*) disajikan dalam bentuk tabel skala ordinal. Tabel skala ordinal dengan parameter skala, kriteria dan efek produksi. Skala adalah tingkat/level parameter yang diukur. Kriteria merupakan definisi skala atau kejadian di lapangan pada tingkat tersebut. Efek adalah kejadian terhadap sistem produksi pada tingkat skala tersebut dalam satuan (unit, jam produksi/proses).

A. Severity

Severity merupakan nilai tingkat keparahan yang ditimbulkan akibat mode kegagalan sebuah komponen. Penilaian berdasarkan fungsi dan peranan komponen tersebut pada proses produksi, semakin vital maka semakin tinggi nilai komponen tersebut. Nilai pada *severity* dinyatakan dengan nominal angka 1 sampai 10, dimulai dari yang memiliki dampak paling ringan hingga yang terberat seperti pada tabel 2 Nilai *severity* [10].

Tabel 2 Nilai *Severity*

| NO | Skala | Kriteria | Efek |
|----|----------------------|--|--|
| 1 | Tidak ada Akibat | Tidak mengakibatkan apa apa, tidak memerlukan penyesuaian. | Proses berada dalam kendali tanpa melakukan penyesuaian peralatan. |
| 2 | Akibat sangat Ringan | Mesin tetap beroperasi dengan aman, hanya terjadi sedikit gangguan peralatan yang tidak berarti. Akibat hanya diketahui oleh operator berpengalaman. | Proses dalam pengendalian, hanya membutuhkan sedikit penyesuaian. |
| 3 | Akibat Ringan | Mesin tetap beroperasi dengan aman, hanya ada sedikit gangguan. Akibat diketahui oleh rata rata operator. | Proses telah berada diluar kendali, beberapa penyesuaian diperlukan. |
| 4 | Akibat Minor | Mesin tetap beroperasi dengan aman, namun terdapat gangguan kecil. Akibat diketahui oleh semua operator. | Kurang dari 30 menit <i>Downtime</i> atau tidak ada <i>Downtime</i> sama sekali. |
| 5 | Akibat Modera t | Mesin tetap beroperasi normal, namun telah mengakibatkan beberapa kegagalan produk. Operator merasa tidak puas karena tingkat kinerja berkurang. | 30 sampai 60 menit <i>Downtime</i> |
| 6 | Akibat Signifi kan | Mesin tetap beroperasi dengan aman, tetapi menimbulkan kegagalan produk. Operator merasa sangat tidak puas dengan kinerja mesin. | 1 sampai 2 jam <i>Downtime</i> |
| 7 | Akibat Besar | Mesin tetap bekerja dengan aman, tetapi tidak | 2 sampai 4 jam <i>Downtime</i> |

| | | | |
|----|------------------|---|--|
| | | dapat dijalankan secara penuh. Operator merasa sangat tidak puas. | |
| 8 | Akibat Ekstrem | Mesin tidak dapat beroperasi dan telah kehilangan fungsi utamanya. | 4 sampai 8 jam <i>Downtime</i> |
| 9 | Akibat Serious | Mesin gagal beroperasi, serta tidak sesuai dengan peraturan keselamatan kerja. | Lebih besar dari 8 jam <i>Downtime</i> |
| 10 | Akibat Berbahaya | Mesin tidak layak di operasikan, karena dapat menimbulkan kecelakaan secara tiba tiba, dan bertentangan dengan peraturan keselamatan. | Lebih besar dari 8 jam <i>Downtime</i> |

B. Occurance

Occurance merupakan nilai tingkat frekuensi munculnya mode kegagalan pada komponen tersebut. *Occurance* berhubungan dengan panjangnya waktu operasi komponen sebelum mode kegagalan terjadi kembali, semakin panjang waktu operasi komponen, maka semakin kecil nilai skala *occurance*. Nilai pada skala *occurance* yaitu antara 1 sampai 10, dimana nilai diberikan untuk mode kegagalan dengan intensitas rendah hingga tinggi seperti pada tabel 3 nilai *occurance* [10].

Tabel 3 Nilai *Occurance*

| NO | Skala | Kriteria | Efek |
|----|---------------------|---|--------------------------------------|
| 1 | Hampir Tidak Pernah | Kerusakan hampir tidak pernah terjadi. | Lebih dari 10.000 jam operasi mesin. |
| 2 | Jarang | Kerusakan jarang terjadi. | 6001 sampai 10.000 jam operasi mesin |
| 3 | Sangat Sedikit | Kerusakan yang terjadi sangat sedikit. | 3001 sampai 6000 jam operasi mesin. |
| 4 | Sedikit | Kerusakan yang terjadi sedikit. | 2001 sampai 3000 jam operasi mesin. |
| 5 | Rendah | Kerusakan yang terjadi pada tingkat rendah. | 1001 sampai 2000 jam operasi mesin. |

| | | | |
|----|--------------------|---|------------------------------------|
| 6 | Medium | Kerusakan yang terjadi pada tingkat medium. | 401 sampai 1000 jam operasi mesin. |
| 7 | Cukup Tinggi | Kerusakan yang terjadi cukup tinggi. | 101 sampai 400 jam operasi mesin. |
| 8 | Tinggi | Kerusakan yang terjadi tinggi. | 11 sampai 100 jam operasi mesin. |
| 9 | Sangat tinggi | Kerusakan yang terjadi sangat tinggi. | 2 sampai 10 mesin operasi mesin. |
| 10 | Hampir Setiap Saat | Hampir setiap saat terjadi. | Kurang dari 2 jam operasi mesin. |

C. Detection

Detection merupakan skala nilai deteksi awal terhadap indikasi dan gejala mode kegagalan sebelum terjadi. Penilaian dipengaruhi oleh ketersediaan alat ukur sebagai sarana untuk deteksi dini dan kemampuan teknisi. Semakin akurat deteksi yang dapat dilakukan, maka semakin kecil nilai skala *detection*. Skala nilai *detection* dinyatakan seperti pada tabel dengan nilai 1 hingga 10, mulai dari terdeteksi akurat hingga yang sulit dideteksi seperti pada tabel 4 nilai *detection* [10].

Tabel 4 Nilai *detection*

| No | Akibat | Kriteria Verbal |
|----|-----------------------|---|
| 1 | Hampir Selalu Terjadi | Kontrol selalu dapat mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan. |
| 2 | Sangat Tinggi | Kontrol memiliki kemungkinan sangat tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan. |
| 3 | Tinggi | Kontrol memiliki kemungkinan tinggi untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan. |
| 4 | Cukup Tinggi | Kontrol memiliki kemungkinan “Moderately High” |

| | | |
|----|---------------|---|
| | | untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan. |
| 5 | Cukup | Kontrol memiliki kemungkinan "Moderate" untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan. |
| 6 | Rendah | Kontrol memiliki kemungkinan rendah untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan. |
| 7 | Sangat Rendah | Kontrol memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan. |
| 8 | Remote | Kontrol memiliki kemungkinan remote untuk mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan. |
| 9 | Very Remote | Kontrol memiliki kemungkinan Very Remote untuk mendeteksi penyebab kegagalan atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan. |
| 10 | Tidak pasti | Kontrol selalu tidak dapat mendeteksi penyebab potensial atau mekanisme kegagalan dan mode kegagalan. |

3.3. Hasil Perhitungan RPN

Nilai RPN merupakan tingkat resiko dari mode kegagalan masing-masing komponen. Tingkat resiko menjadi skala prioritas tindakan pencegahan. Bentuk

tindakan pencegahan adalah perawatan secara berkala yaitu *preventive*, *predictive* dan *corrective maintenance*. Nilai RPN akan menentukan jenis perawatan berkala yang dikenakan untuk setiap komponen. Nilai RPN didapatkan dari perkalian *severtiy*, *occurance* dan *detection* sesuai tabel 5 nilai RPN.

Tabel 5 Nilai RPN

| No | Nama Item | Tingkat Resiko | | | |
|-----------------------------|--|----------------|---|---|-----|
| | | S | O | D | RPN |
| A | | | | | |
| Enggine | | | | | |
| 1 | Enggine | 10 | 7 | 2 | 140 |
| 2 | Cylinder Head | 8 | 5 | 3 | 120 |
| 3 | Starting Valve | 8 | 5 | 3 | 120 |
| 4 | Pushrod Inlet | 8 | 2 | 6 | 96 |
| 5 | Flywheel Connection | 6 | 2 | 6 | 72 |
| 6 | Camshaft | 8 | 1 | 3 | 24 |
| 7 | Crankshaft | 8 | 1 | 3 | 24 |
| 8 | Crankcase Pressure | 7 | 1 | 5 | 35 |
| B | | | | | |
| Turbocharger | | | | | |
| 1 | Turbocharger Sistem | 8 | 3 | 3 | 72 |
| 2 | Gas Inlet Chasing | 3 | 1 | 6 | 18 |
| 3 | Nozzle Ring | 4 | 1 | 6 | 24 |
| 4 | Turbocharger Washing Unit | 4 | 4 | 5 | 80 |
| 5 | Speed Measurement | 5 | 4 | 3 | 60 |
| 6 | Compressor Unit (Starting Air Equipment) | 7 | 3 | 3 | 63 |
| 7 | Instrument Air Equipment | 7 | 2 | 3 | 42 |
| C | | | | | |
| Water Cooling System | | | | | |
| 1 | HT/LT Water Cooling System | 7 | 6 | 3 | 126 |
| 2 | Heat Exchanger | 7 | 1 | 4 | 28 |
| 3 | Charge Air Cooler | 7 | 1 | 3 | 21 |
| 4 | HT Water Treeway Valve | 5 | 3 | 6 | 90 |
| 5 | HT Preheater | 5 | 1 | 3 | 15 |
| D | | | | | |
| Radiator | | | | | |
| 1 | Freq. Konverter | 4 | 4 | 3 | 48 |
| 2 | Section Radiator | 7 | 3 | 3 | 63 |
| 3 | Radiator Motor Fan | 6 | 6 | 4 | 144 |
| 4 | Radiator Panel Kontrol | 5 | 2 | 3 | 30 |
| E | | | | | |
| Booster Modul | | | | | |

| | | | | | |
|---|--------------------------------------|---|---|---|-----|
| 1 | <i>Booster Modul</i> | 5 | 3 | 4 | 60 |
| 2 | <i>Booster Pump</i> | 5 | 4 | 3 | 60 |
| 3 | <i>Pressure Indicator</i> | 6 | 1 | 4 | 24 |
| 4 | <i>Temperature Indicator</i> | 6 | 1 | 4 | 24 |
| 5 | <i>FO Duflex Filter</i> | 5 | 3 | 4 | 60 |
| 6 | <i>Mixing Tank</i> | 6 | 1 | 7 | 42 |
| F | <i>Fuel Injection System</i> | | | | |
| 1 | <i>Fuel Injection System</i> | 8 | 5 | 3 | 120 |
| 2 | <i>Fuel Pump Cylinder</i> | 8 | 4 | 3 | 96 |
| 3 | <i>Charge Air Filter</i> | 5 | 2 | 4 | 40 |
| 4 | <i>Pressure Indicator</i> | 6 | 1 | 4 | 24 |
| G | <i>Exhaust Gas System</i> | | | | |
| 1 | <i>Exhaust Gas system</i> | 7 | 3 | 3 | 63 |
| 2 | <i>Exhaust Manifold</i> | 7 | 3 | 3 | 63 |
| 3 | <i>Double Bellows</i> | 5 | 3 | 6 | 90 |
| 4 | <i>Exhaust Stack</i> | 7 | 3 | 3 | 63 |
| 5 | <i>Pneumatic Control Dumper</i> | 6 | 2 | 4 | 48 |
| H | <i>Lube Oil Supply System</i> | | | | |
| 1 | <i>Lube Oil Supply System</i> | 7 | 1 | 3 | 21 |
| 2 | <i>Lube Oil Cooler</i> | 5 | 3 | 4 | 60 |
| 3 | <i>LO Automatic Filter</i> | 5 | 1 | 6 | 30 |
| 4 | <i>LO Centrifugal Filter</i> | 6 | 5 | 4 | 120 |
| 5 | <i>Oil Mist Separator</i> | 5 | 3 | 6 | 90 |
| 6 | <i>LO Separator</i> | 6 | 6 | 4 | 144 |
| I | <i>Governor</i> | | | | |
| 1 | <i>Governor</i> | 7 | 4 | 4 | 112 |
| J | <i>Generator</i> | | | | |
| 1 | <i>Generator Set</i> | 6 | 5 | 2 | 60 |
| K | <i>Bearing</i> | | | | |
| 1 | <i>Bearing Set</i> | 5 | 1 | 5 | 25 |
| 2 | <i>Bearing Generator</i> | 5 | 1 | 5 | 25 |
| L | <i>Local Control</i> | | | | |
| 1 | <i>Pressure Measurement</i> | 6 | 5 | 3 | 90 |
| 2 | <i>Speed Measurement</i> | 6 | 3 | 3 | 54 |
| 3 | <i>Temperature Measurement</i> | 6 | 5 | 3 | 90 |
| 4 | <i>Engine Safety Modul</i> | 4 | 4 | 5 | 80 |
| 5 | <i>Power Distribution Modul</i> | 7 | 1 | 3 | 21 |
| 6 | <i>Pneumatic Control</i> | 6 | 5 | 3 | 90 |

Pada tabel 5 diketahui nilai RPN tiap komponen. Nilai RPN tertinggi di setiap sistem adalah *engine* 140, *turbocharger* 80, *ht/lt water cooling system* 126, *radiator motor fan* 144, *booster pump* 60, *booster modul* 60, *fo duflex filter* 60, *fuel injection system* 120, *double bellows* 90, *lo separator* 144, *governor* 112, *generator set* 60, *bearing set* 25, *bearing generator* 25, *pressure measurement* 90, *temperature measurement* 90, *pneumatic control* 90. Nilai RPN merupakan skala prioritas pencegahan terjadinya mode kegagalan. Komponen dengan nilai RPN lebih tinggi dari 40 memiliki efek mampu menghentikan operasi kerja dengan lama waktu perbaikan yang berbeda. Nilai RPN diantara 40 hingga 20 memiliki dampak mampu menurunkan kinerja *engine*. Nilai RPN kurang dari 20 tidak memiliki dampak terhadap kinerja *engine*.

4. Kesimpulan

Nilai pada tabel skala tingkat kerusakan (*severity*), frekuensi (*occurrence*), dan deteksi (*detection*) disusun berdasarkan kondisi perusahaan X di saat penulisan laporan yang dapat berubah menurut waktu berdasarkan kondisi/umur peralatan, kesiapan pekerja/operator, sistem/jenis perawatan yang diterapkan.

Dengan metode FMEA diketahui bahwa nilai RPN tertinggi terdapat pada komponen *Radiator Motor Fandi* sistem *Radiator* dan komponen *LO Separator* di sistem *Lube Oil Supply System* yaitu 144. Nilai RPN terendah pada komponen *HT Preheater* di sistem *Water Cooling System* yaitu 15. Komponen dengan nilai RPN lebih tinggi dari 40, mendapatkan perawatan *prediktif* dan *preventif*. Komponen dengan nilai RPN lebih rendah dari 20 mendapatkan perawatan *corrective*.

5. Saran

Saran yang diberikan setelah melakukan penelitian tugas akhir ini, yaitu:

1. Pengambilan data mode kegagalan hingga 5 tahun terakhir.

2. Melakukan validasi nilai RPN yang telah disusun, untuk dapat diterapkan langsung sesuai dengan jenis perawatan.

6. Daftar Pustaka

- [1] BPS Balikpapan, 16 may 2019, (<http://balikpapan.go.id/read/96/wilayah-administrasi>), Diakses pada 8 Agustus 2019.
- [2] Hartono dan ilyas Mas'udin. (2002), "*Perencanaan Perawatan Mesin Dengan Metode Markov Chain Guna Menurunkan Biaya Perawatan*", universitas Muhammadiyah , skripsi, Malang.
- [3] Pandi dkk. (2014), "*Perancangan Preventive Maintenance Pada Mesin Corrugating Dan Mesin Flexo Di Pt. Surindo Teguh Gemilang*" Universitas Katolik Widya Mandala, skripsi, Surabaya.
- [4] Koning J, Jaspers R, Doornink J, Ouwehand B, Klinkhamer F, Snijders B, Sadakov S. Maintenance implications of critical components in ITER CXRS upper port plug design. *Fusion Engineering and Design*. Vol 84, Issues 7-11, 1091-1094, June 2009/
- [5] Ilyas Mzaugi, Zaubie El Saufi " Proposition of a modified FMEA to improve reliability of product" *Procedia CIRP* 84 (2019) 1003–1009, Elsevier, Faculty of Sciences and Technologies, Abdelmalek Essaadi University, Tangier, 90000, Morocco
- [6] Badariah. Nurlailah, Surjasa. Dandang, Trinugraha. Yuda, " Analisa Supply Chain Risk Management Berdasarkan Metode FMEA, " Universitas Trisakti, *Jurnal Teknik Industri* 1411-6340
- [7] Raden. Budiarto, " *Manajemen Risiko Keamanan Sistem Informasi Menggunakan Metode FMEA dan ISO 27001 Pada Organisasi XYZ*, " STMIK Jakarta, *CESS* Vol 2 No.2 Juli 2017
- [8] Surya. Adiyanto, Agung. Sutrisno, Charles. Punisingon, " *Penerapan Metode FMEA untuk Kuantifikasi dan Pencegahan Resiko Akibat terjadinya Lean Waste*, " Universitas Sam Ratulangi, Manado, *Jurnal online Poros Teknik Mesin* Vol 6 No 1 2016
- [9] Firdaus H, Tri W. (2015), "*Failure Mode And Effect Analysis (Fmea) Sebagai Tindakan Pencegahan Pada Kegagalan Pengujian*" Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Pusat Penelitian Sistem Mutu dan Teknologi Pengujian, Banten.
- [10] Setiawan I. (2014), "*FMEA Sebagai Alat Analisa Resiko Mode Kegagalan Pada Magnetic Force Welding Machine ME-27.1*", Serpong