

ANALISIS RESIKO *FUEL SYSTEM* TERHADAP KASUS *LOW POWER ENGINE PERFORMANCE* PADA UNIT *ASPHALT FINISHER* DI PT PP PRESISI

Reza Ananda Widada, Braam Delfian Prihadianto✉, Setyawan Bektu Wibowo, Harjono

Department of Mechanical Engineering, Vocational College, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 55281, Indonesia

✉braam.delfian@ugm.ac.id

Received 1 Desember 2023, Revised 12 Juni 2024, Accepted 12 Juni 2024

ABSTRAK

Sistem bahan bakar (*fuel system*) sangat berperan penting pada unit kendaraan alat berat yang beroperasi di pekerjaan pengaspalan jalan. Performa *engine* dari unit bisa menurun apabila tidak dilakukan pemeriksaan rutin pada sistem bahan bakarnya. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis sistem bahan bakar (*fuel system*) penyebab terjadinya *low power engine performance* pada unit *Asphalt Finisher* BOMAG BF 800 C. Metode yang digunakan adalah metode kualitatif dengan menggunakan analisis *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) serta metode kuantitatif dengan menghitung *mean time to failure* (MTTF) dan *mean time to repair* (MTTR) sesuai dengan rekam jejak penggunaan dan perbaikan unit. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dinyatakan bahwa nilai *Risk Priority Number* (RPN) injektor bahan bakar adalah 324 dan filter bahan bakar adalah 168. Penghitungan tersebut yang membuat komponen-komponen tersebut menjadi komponen terkritik dalam kasus *low power engine performance*. Interval kegiatan perawatan yang ditentukan pada injektor bahan bakar adalah 84 jam dan filter bahan bakar adalah 35 jam.

Kata Kunci: *Asphalt Finisher*, Sistem Bahan Bakar, *Low Power Engine Performance*, FTA, dan FMEA

1. PENDAHULUAN

Asphalt Finisher merupakan kendaraan bermesin untuk menghamparkan kombinasi aspal panas di atas permukaan jalan yang cocok dengan lebar serta besar ketebalan hamparan yang direncanakan [1]. Mekanisme kerja dari *asphalt finisher*, yaitu ketika *engine* sudah dinyalakan, maka unit dapat dijalankan sesuai *attachment-attachment* yang ada dan diatur atau dikendalikan melalui *control panel* yang ada di dalam kabin.

Salah satu sistem yang penting untuk kinerja dari suatu *engine* adalah sistem bahan bakar (*fuel system*). Sistem bahan bakar mesin diesel adalah komponen penting dari mesin diesel yang bertanggung jawab untuk menyediakan bahan bakar yang dibutuhkan untuk proses pembakaran di dalam *engine* [2]. Proses kerja pembakaran yang baik sebuah *engine* dipengaruhi oleh mutu bahan bakar, sebab dengan bahan bakar yang mengandung terlalu banyak karbon ataupun kandungan

terkontaminasi oleh air, akan mempengaruhi kinerja dari sistem bahan bakar.

Berdasarkan penelitian serupa yang dilakukan oleh Immanuel *et al.* (2019) yang berjudul Analisa Perawatan Berbasis Keandalan pada Sistem Bahan Bakar Mesin Utama Kapal Motor Penyebrangan Bontoharu, didapatkan kesimpulan bahwa filter dan *water separator* bahan bakar memiliki tingkat resiko kegagalan paling tinggi, sedangkan tangki induk, tangki harian, *transfer pump*, *feed pump*, pompa injeksi dan *injector service tank* memiliki tingkat resiko menengah [3].

Penelitian lain terkait kasus kegagalan mesin diesel yang dilakukan oleh Saputra *et al.* (2018), yang disebabkan beberapa komponen pada bagian sistem bahan bakar dari *engine* unit kapal penangkap ikan mengalami kegagalan [4]. Penelitian ini mengambil kesimpulan bahwa nilai RPN yang tinggi di atas rata-rata akibat bahan bakar yang tidak bersih mengakibatkan sistem mampet, serta dampak kegagalan dengan nilai keparahan tertinggi (kebakaran). Dengan menggunakan metode penelitian FMEA ini, teknisi dapat menentukan prioritas perawatan yang harus diutamakan dan mengoptimalkan waktu perawatan pada komponen sistem bahan bakar.

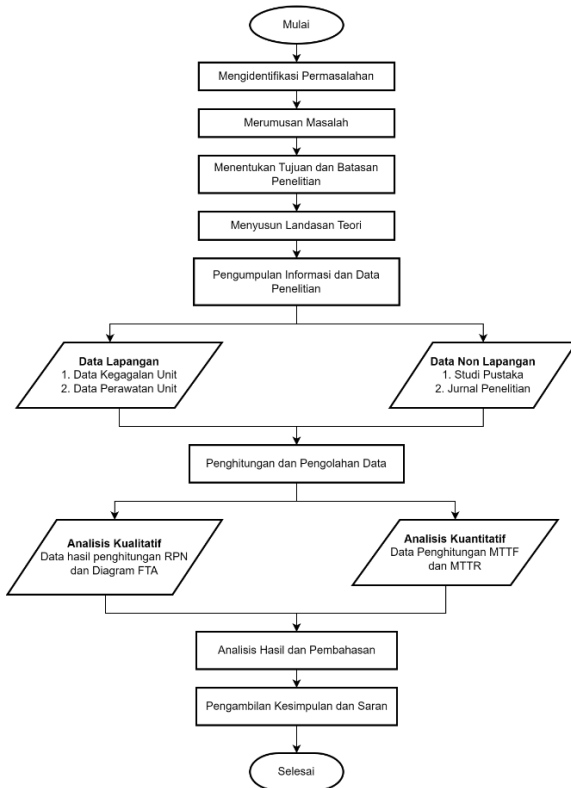
Berdasarkan Poin Pemeriksaan Harian (P2H) di perusahaan PT. PP Presisi pada tanggal 14 Mei 2022, salah satu unit *asphalt finisher*, yang berada di Proyek Revitalisasi Bandara Halim Perdanakusuma Jakarta, dilaporkan tidak bisa beroperasi secara maksimal. Unit hanya bisa digunakan untuk menjalankan unit dalam *low power mode*, bahkan saat dilakukan percobaan untuk diganti ke *high power mode*, mesin langsung *shut down* dengan sendirinya. Proses perputaran bahan bakar yang seharusnya untuk meningkatkan kinerja *engine*, sebaliknya malah terhambat akibat masalah *low power engine performance* yang dialami unit.

Penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui penyebab-penyebab terjadinya *low power engine performance*, karena unit mengalami permasalahan yang sama di kurun waktu yang tidak lama. Sistem bahan bakar terdiri dari banyak komponen, tetapi hanya beberapa komponen penting yang sangat rawan mengalami kegagalan. Untuk menentukan komponen yang kritis, analisis dilakukan berdasarkan kemungkinan kegagalan masing-masing komponen, penyebab kegagalan, serta dampak

dan resiko yang terjadi apabila komponen-komponen dalam sistem bahan bakar mengalami kegagalan.

Berdasarkan permasalahan yang telah ditemukan, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mencari kemungkinan penyebab terjadinya *low power engine performance* pada unit *asphalt finisher*, menerapkan pendekatan FMEA dan FTA pada komponen-komponen sistem bahan bakar mesin diesel pada unit asphalt finisher, dan menentukan interval kegiatan perawatan untuk meminimalkan resiko dari *low power engine performance* pada beberapa komponen tertentu agar tidak terulang kembali.

2. METODOLOGI



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Urutan penelitian berdasarkan diagram alir pada Gambar 1 terdiri dari beberapa tahap, yaitu mengidentifikasi permasalahan yang terjadi di tempat penelitian, merumuskan masalah yang telah ditentukan, menentukan tujuan dan batas penelitian yang akan dilakukan, melakukan pengumpulan data kerusakan dan data perawatan unit *Asphalt Finisher* BOMAG BF 800C, penghitungan RPN pada sistem bahan bakar menentukan komponen kritis, perhitungan MTTF dan MTTR, dan menentukan interval waktu perawatan. Dengan demikian, diharapkan penerapan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dapat memperoleh strategi pemeliharaan yang efektif dan efisien, serta mudah diimplementasikan pada mesin diesel unit *Asphalt Finisher* BOMAG BF 800C di PT. PP Presisi.

Pengambilan data dengan cara pengamatan secara langsung pada unit *asphalt finisher* berdasarkan data perawatan dan data kegagalan yang dialami unit pada tanggal 25 Februari

2022 hingga 02 Juli 2022 yang tertera pada Tabel 1. Data yang dikumpulkan untuk mendukung penelitian terhadap mesin diesel unit *Asphalt Finisher* BOMAG BF 800C ini meliputi data riwayat kerusakan komponen, data *downtime* saat terjadinya kerusakan, data frekuensi kerusakan komponen, dan data interval waktu antar kerusakan.

Tabel 1. Data Riwayat Kegagalan Unit

Tanggal	Perbaikan	Mulai (Jam)	Selesai (Jam)	Total Waktu (Jam)
08/03/22	Penggantian filter solar 2 pcs	09:20	12:20	3
27/03/22	Penggantian filter solar	18:31	19:45	1.23
30/03/22	Penggantian filter solar 2 pcs	10:00	12:00	2
13/04/22	Pengurusan tangki solar	09:00	10:00	1
13/04/22	Penggantian filter solar 2 pcs dan water separator filter	10:00	11:30	1.5
20/04/22	Pengeleman tangki solar	08:30	09:10	0.67
10/05/22	Penambahan oli 90 dan penggantian air cleaner	08:16	08:46	0.5
13/05/22	Pengurusan tangki solar	16:59	19:00	2
13/05/22	Penggantian filter solar 2 pcs	19:10	20:10	1
14/05/22	Penggantian injektor dengan unit lain	08:00	15:35	7.5
17/05/22	Penggantian pompa hidrolik	16:13	22.45	6.5
22/05/22	Pembersihan di bagian soket electrical	16:33	18:13	1.67
12/06/22	Penggantian injektor	08:44	14:10	5.43
20/06/22	Penggantian injektor yang sudah diperbaiki	13:10	17:50	4.67
20/06/22	Penggantian water separator filter	17:50	18:23	0.53
20/06/22	Pemindahan motor hidrolik ke silinder sebelah kanan	15:50	21:20	5.5
Total Downtime				44.7

Penelitian ini dilakukan di PT. PP Presisi, tepatnya di Proyek Revitalisasi Bandara Halim Perdanakusuma yang berlokasi di Cawang, Kel. Halim Perdanakusuma, Kec. Makasar, Kota Jakarta Timur DKI Jakarta dan berlangsung selama 6 bulan di bulan Februari 2022 hingga Agustus 2022. Obyek yang digunakan untuk penelitian ini adalah unit *Asphalt Finisher* dengan model unit BF 800 C dan nomor identitas unit AF-01 pada Gambar 2 yang mengalami *low power engine performance*. Banyak sistem dari *engine* unit yang bisa diteliti, namun penelitian ini berfokus pada sistem bahan bakar (*fuel system*).



Gambar 2. *Asphalt Finisher* BOMAG BF 800C

Tahapan pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM), antara lain:

1. Penentuan kemungkinan kerusakan-kerusakan pada bagian sistem bahan bakar (*fuel system*) unit *Asphalt Finisher* BOMAG BF 800C yang menjadi penyebab terjadinya kasus *low power engine performance*, dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA).
2. Penentuan komponen kritis, menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) berdasarkan mode kegagalan, efek potensial yang dihasilkan, frekuensi kegagalan, dan kontrol kegagalan yang dilakukan. Komponen yang kritis ditentukan dari hasil penghitungan *Risk Priority Number* (RPN) dengan angka *severity*, *occurrence*, dan *detection* yang mengacu pada standar SAE J1739 (2009) dengan tetap mempertimbangan kemungkinan keadaan di lapangan saat unit *asphalt finisher* sedang beroperasi.
3. Penghitungan interval waktu kerusakan dan perbaikan, dengan menghitung *Time to Failure* (TTF) dan *Time to Repair* (TTR) komponen kritis pada sistem bahan bakar unit *Asphalt Finisher* BOMAG BF 800C. Perhitungan TTF dilakukan dengan cara menghitung waktu dari keadaan mesin selesai diperbaiki hingga saat terjadi kerusakan selanjutnya. Sedangkan untuk TTR yaitu dihitung dari saat mesin rusak hingga mesin selesai diperbaiki. Data yang digunakan adalah data interval waktu kerusakan dan lama waktu kerusakan (*downtime*) dari unit *asphalt finisher*.
4. Penghitungan waktu rata-rata perbaikan, dengan menghitung nilai *MTTF* (*Mean Time to Failure*) dan *MTTR* (*Mean Time to Repair*) dari kerusakan yang dialami komponen kritis sistem bahan bakar unit *Asphalt Finisher* BOMAG BF 800C. *MTTF* merupakan rata-rata waktu terjadinya kerusakan yang satu dengan yang lain, sedangkan *MTTR* merupakan rata-rata waktu untuk melakukan perbaikan. Data yang digunakan adalah nilai TTF dan TTR dari komponen kritis sistem bahan bakar unit *Asphalt Finisher* BOMAG BF 800C.
5. Penentuan interval waktu pemeriksaan atau perawatan komponen kritis, dengan membuat penjadwalan perawatan dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM), dimana metode ini bertujuan untuk meminimasi *downtime* yang terjadi. Data yang digunakan adalah nilai *MTTF*, *MTTR*, frekuensi

kerusakan dan waktu operasi dari komponen kritis sistem bahan bakar unit *Asphalt Finisher* BOMAG BF 800C.

6. Penentuan pemeliharaan komponen kritis, dengan menggunakan *RCM Decision Worksheet* untuk mencari jenis kegiatan perawatan (*maintenance task*) yang tepat dan memiliki kemungkinan untuk dapat mengatasi kasus *low power engine performance*. Masalah tersebut yang terjadi pada unit *Asphalt Finisher* BOMAG BF 800C menyebabkan penghamparan aspal terhenti yang dapat mempengaruhi target sehingga mengakibatkan kerugian terhadap perusahaan.

3. ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data-data yang didapatkan akan dilanjutkan proses analisis untuk dapat menentukan kebijakan perawatan pada mesin diesel *common rail asphalt finisher* BOMAG BF 800C menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM), proses analisis adalah sebagai berikut:

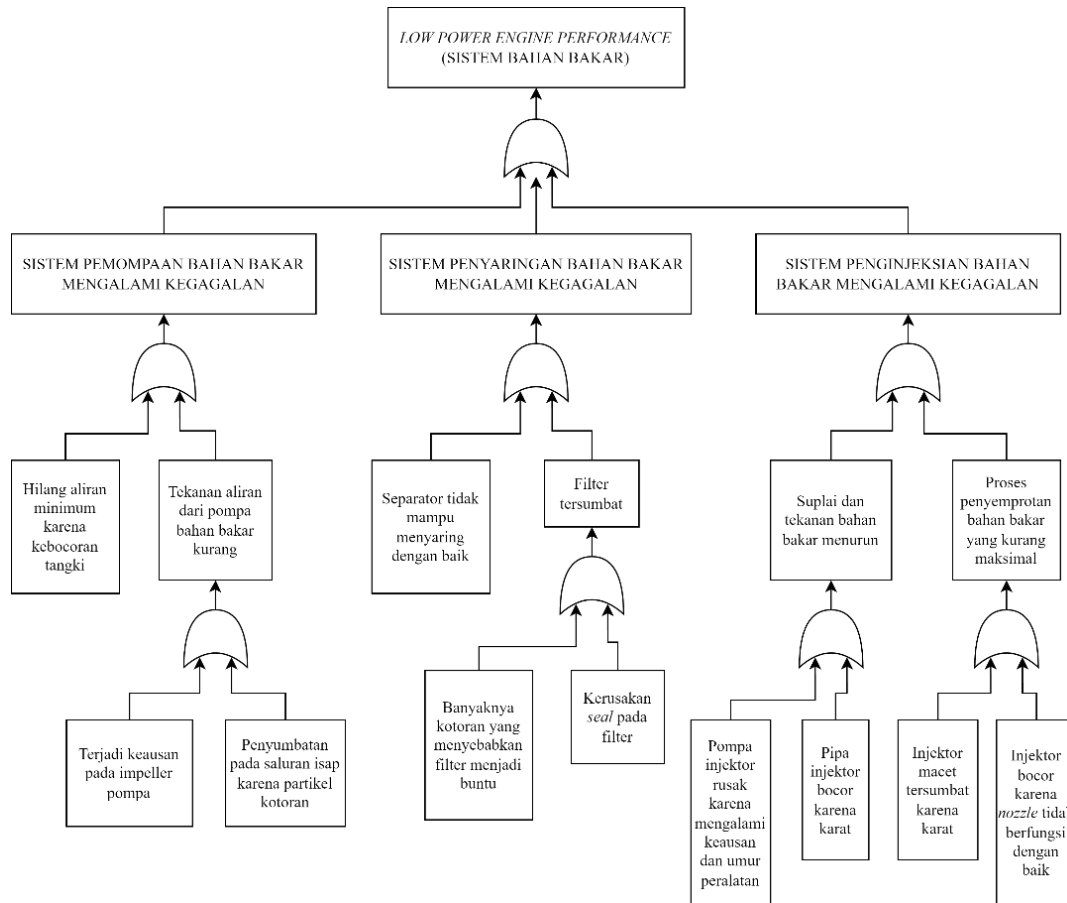
3.1. Penentuan Komponen Kritis

Penentuan komponen kritis penyebab terjadinya *low power engine performance* pada unit *Asphalt Finisher* BOMAG BF 800C dilakukan dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Metode FTA merupakan tahap mengidentifikasi hubungan antara faktor penyebab dengan kegagalan mesin yang terjadi dan ditampilkan dalam bentuk pohon kesalahan (*fault tree*). Faktor - faktor dan juga kemungkinan penyebab terjadinya kasus *low power engine performance* pada sistem bahan bakar unit *Asphalt Finisher* BOMAG BF 800C dapat dilihat pada Gambar 3.

Sedangkan penggunaan metode FMEA untuk mengetahui keterkaitan antara komponen sistem bahan bakar mesin diesel dengan kegagalan fungsional pada sistem kerja sistem bahan bakar yang mungkin terjadi. Keterkaitan tersebut dapat dinilai dengan angka *severity*, *occurrence*, dan *detection* yang kemudian dihitung sebagai nilai *Risk Priority Number* (RPN). Berdasarkan proses analisis FMEA pada Tabel 2, diketahui nilai RPN dari komponen-komponen sistem bahan bakar mesin diesel unit *Asphalt Finisher* BOMAG BF 800C sesuai dengan kondisi operasional dari unit. Semakin tinggi nilai RPN yang didapatkan suatu komponen, maka semakin rentan komponen tersebut mengalami kerusakan yang memicu terjadinya kegagalan *engine* [5]. Beberapa nilai RPN yang tinggi yang menjadi komponen terkritis pada sistem bahan bakar terhadap kasus *low power engine performance*, diantaranya komponen injektor bahan bakar dengan nilai RPN 288 yang disebabkan penyumbatan akibat tidak tersaringnya bahan bakar secara sempurna, yang menyebabkan penyemprotan bahan bakar tidak maksimal sehingga unit mengalami penurunan kinerja *engine* [6]. Lalu, filter bahan bakar dengan nilai RPN 244 yang disebabkan kualitas bahan bakar yang digunakan buruk yang mengakibatkan filter menjadi cepat tersumbat atau buntu, sehingga dapat membatasi aliran bahan bakar yang menyebabkan penurunan kinerja *engine* dan berpotensi kerusakan mesin [4].

. Penghitungan Interval Waktu Kerusakan

Berdasarkan hasil penghitungan RPN (*Risk Priority Number*), diketahui bahwa ada beberapa komponen paling kritis dari sistem bahan bakar yang menjadi penyebab dari kasus *low*



Gambar 3. Diagram *Fault Tree Analysis* Sistem Bahan Bakar *Asphalt Finisher* BOMAG BF 800C

power engine performance dari unit *Asphalt Finisher* BOMAG BF 800C, diantaranya injektor bahan bakar dan filter bahan bakar. Sebelum menghitung *mean time to failure* (MTTF) dan *mean time to repair* (MTTR) dari kerusakan-kerusakan yang terjadi pada komponen kritis tersebut, harus mengetahui *time to failure* (TTF) dan *time to repair* (TTR) berdasarkan berdasarkan data interval waktu kerusakan dan lama waktu kerusakan (*downtime*) dari unit *Asphalt Finisher* BOMAG BF 800C. TTF (*time to failure*) diperoleh berdasarkan rentang waktu antar kerusakan komponen terjadi. Sedangkan TTR (*time to repair*) ditentukan berdasarkan rentang waktu antar komponen rusak sampai komponen tersebut diperbaiki. Hasil penghitungan TTF dan TTR dari komponen kritis dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4 di bawah ini.

3.2. Penghitungan Waktu Rata-rata Perbaikan

Berdasarkan hasil penghitungan TTF (*time to failure*) dan TTR (*time to failure*), dapat dilakukan penghitungan MTTF (*mean time to failure*) dan MTTR (*mean time to repair*). MTTF digunakan untuk mengetahui rata-rata waktu komponen-komponen tersebut dapat beroperasi normal dari awal dihidupkan sampai terjadi kegagalan [7]. Sedangkan MTTR digunakan untuk mengetahui waktu rata-rata pemeriksaan pada saat komponen sedang mengalami kerusakan sampai pada unit bisa beroperasi kembali [3]. Adapun penghitungan MTTF dan

MTTR komponen injektor bahan bakar dan filter bahan bakar dapat dilihat pada Tabel 5.

3.3. Penentuan Interval Perawatan Komponen Kritis

a. Injektor Bahan Bakar

Berdasarkan jumlah hari kerja setiap bulannya yaitu 30 hari dan jumlah jam kerja setiap hari unit bekerja yaitu 10 jam. Sehingga didapatkan rata-rata jam kerja dari unit setiap bulannya (*i*) yaitu:

$$i = \text{Rata-rata jam kerja per bulan} = 30 \times 10 = 300 \text{ jam}$$

Waktu rata-rata perbaikan perbaikan dari komponen injektor bahan bakar / Nilai MTTR (μ) adalah 5,688.

Waktu rata-rata 1 kali pemeriksaan pada komponen setiap unit mengalami *low power engine performance* adalah 1 jam, sehingga berdasarkan data riwayat kegagalan unit, jumlah kerusakan dari komponen injektor bahan bakar selama proyek berlangsung sebanyak 3 kali dan waktu rata-rata perbaikan = 5,688. Sehingga dapat diketahui rata-rata kerusakan komponen setiap tahunnya (*k*) dan jumlah frekuensi pemeriksaan pada komponen yang optimal (*n*), yaitu:

$$k = \frac{\text{Jumlah Kerusakan per tahun}}{12} = \frac{3}{12} = 0,25$$

Tabel 2. Penghitungan *Risk Priority Number* (RPN)

Komponen	Mode Potensi Kegagalan	Efek Potensial	Severity	Penyebab Potensial	Occurrence	Kontrol Ini	Saat	Detection	RPN
Tangki Bahan Bakar	Kontaminasi/ Kebocoran	Masalah suplai bahan bakar, mesin macet	8	Bahan bakar terkontaminasi, segel atau gasket rusak, korosi atau karat	2	Pemeriksaan rutin, penggunaan bahan bakar berkualitas tinggi		3	48
Pompa Bahan Bakar	Kehilangan tekanan	Mesin macet, kehilangan tenaga	9	Filter bahan bakar tersumbat, pompa rusak	1	Pemeriksaan rutin, penggunaan bahan bakar berkualitas tinggi		9	81
Pompa Tekanan Tinggi	Kejang Pompa	Kehilangan tekanan bahan bakar, shutdown engine	9	Kurangnya pelumasan, kontaminasi, suhu operasi tinggi	1	Perbaiki sensor tekanan, sensor suhu		9	81
Selang Bahan Bakar	Korosi/Kerusakan Fisik, Penyumbatan	Masalah suplai bahan bakar, kontaminasi saluran	8	Kebocoran bahan bakar, kontaminasi	1	Pemeriksaan rutin, penggunaan bahan bakar berkualitas tinggi		9	72
Filter Bahan Bakar	Tersumbat	Mengurangi aliran bahan bakar, mesin macet	8	Bahan bakar yang terkontaminasi, kualitas bahan bakar buruk	7	Perawatan rutin, penggunaan bahan bakar berkualitas tinggi		3	168
Water Separator Filter	Tersumbat	Pengurangan aliran bahan bakar, mesin mati	8	Kontaminan dalam bahan bakar	3	Perawatan rutin, penggunaan bahan bakar berkualitas tinggi		3	72
Injektor Bahan Bakar	Keausan	Mengurangi kinerja mesin, meningkatkan emisi	9	Korosi atau tersumbat	4	Perawatan rutin, penggunaan bahan bakar berkualitas tinggi		9	324

Tabel 3. Penghitungan TTR dan TTF Komponen Injektor Bahan Bakar

No	Komponen	Tanggal	Jam Kerusakan	Jam Selesai Kerusakan	TTR (jam)	TTF (jam)
1	Injektor	14 Mei 2022	08:00	15:35	7.5	-
2	Injektor	12 Juni 2022	08:44	14:10	5.43	280.7
3	Injektor	20 Juni 2022	13:10	17:50	4.67	82.5

Tabel 4. Penghitungan TTR dan TTF Komponen Filter Bahan Bakar

No	Komponen	Tanggal	Jam Kerusakan	Jam Selesai Kerusakan	TTR (jam)	TTF (jam)
1	Filter	08 Maret 2022	09:20	12:20	3	-
2	Filter	27 Maret 2022	18:31	19:45	1.23	161.2
3	Filter	30 Maret 2022	10:00	12:00	2	21.5
4	Filter	13 April 2022	10:00	11:30	1.5	130
5	Filter	13 Mei 2022	19:10	20:10	1	309.1

Tabel 5. Penghitungan MTTF dan MTTR

No	Komponen	Jumlah TTF	Jumlah TTR	Jumlah Kerusakan	Jumlah Perbaikan	MTTF	MTTR
1	Injektor	363.2 jam	17.6 jam	3	3	181.6	5.866
2	Filter	621.8 jam	8.37 jam	5	5	124.36	1.674

Tabel 6. Penentuan Pemeliharaan Komponen Kritis

Komponen Kritis	Jenis Kerusakan	Tindakan Perawatan	Interval Pemeriksaan
Injektor bahan bakar	1. Penyumbatan injektor, kebocoran bahan bakar	<i>scheduled on-condition task</i>	84 jam
	2. Penyemprotan bahan bakar salah, nozzle injektor rusak atau aus.	<i>scheduled discard task</i>	
Filter Bakar	1. Penyumbatan pada filter akibat adanya kotoran, serpihan, atau air dalam bahan bakar	<i>scheduled discard task</i>	35 jam
	2. Kebocoran bahan bakar akibat seal filter sudah rusak	<i>scheduled discard task</i>	

$$n = \sqrt{\frac{(k \times i)}{\mu}} = \sqrt{\frac{(0,25 \times 300)}{5,688}} = 3,57 \text{ kali/bulan}$$

Berdasarkan jumlah frekuensi pemeriksaan komponen yang optimal (*n*) setiap bulannya, maka bisa diketahui interval kegiatan perawatan pada komponen selama unit beroperasi, yaitu:

$$t = \frac{\text{Rata-rata jam kerja per bulan}}{n} = \frac{300}{3,57} \approx 84 \text{ jam}$$

b. Filter Bahan Bakar

Berdasarkan jumlah hari kerja setiap bulannya yaitu 30 hari dan jumlah jam kerja setiap hari unit bekerja yaitu 10 jam. Sehingga didapatkan rata-rata jam kerja dari unit setiap bulannya (*i*) yaitu:

$$i = \text{Rata-rata jam kerja per bulan} = 30 \times 10 = 300 \text{ jam}$$

Waktu rata-rata perbaikan perbaikan dari komponen filter bahan bakar / Nilai MTTR (μ) adalah 1,674

Waktu rata-rata 1 kali pemeriksaan pada komponen setiap mengalami *low power engine performance* adalah 1 jam, sehingga berdasarkan data riwayat kegagalan unit, jumlah kerusakan dari komponen selama proyek berlangsung sebanyak 5 kali dan waktu rata-rata perbaikan / MTTR pada unit (μ) = 1,674. Sehingga dapat diketahui rata-rata kerusakan komponen setiap tahunnya (*k*) dan jumlah frekuensi pemeriksaan pada komponen yang optimal (*n*), yaitu:

$$k = \frac{\text{Jumlah Kerusakan per tahun}}{12} = \frac{5}{12} = 0,416$$

$$n = \sqrt{\frac{(k \times i)}{\mu}} = \sqrt{\frac{(0,41 \times 300)}{1,674}} = 8,707 \text{ kali/bulan}$$

Berdasarkan jumlah frekuensi pemeriksaan komponen yang optimal (*n*) setiap bulannya, maka bisa diketahui interval kegiatan perawatan pada komponen selama unit beroperasi, yaitu:

$$t = \frac{\text{Rata-rata jam kerja per bulan}}{n} = \frac{300}{8,707} \approx 35 \text{ jam}$$

3.4. Penentuan Pemeliharaan Komponen Kritis

Program pemeliharaan memiliki rencana yang tertulis dengan jelas yang dibuat dalam suatu program tahunan ataupun program mingguan. Program pemeliharaan yang dianjurkan untuk komponen injektor bahan bakar dan filter bahan bakar yang menjadi penyebab terjadinya *low power engine performance* pada unit *Asphalt Finisher BOMAG BF 800C* dapat dilihat pada Tabel 6. Tindakan-tindakan perawatan yang diambil telah didasarkan atas kesesuaian antara data riwayat kegagalan dari unit kendaraan ketika mengalami kerusakan dengan tindakan preventif dari metode *Reliability Centered Maintenance (RCM)* [8].

KESIMPULAN

Beberapa kegagalan umum yang menjadi kemungkinan terjadinya *low power engine performance* di bagian sistem bahan bakar mesin diesel, diantaranya kontaminasi pada tangki bahan bakar, penyumbatan pada filter bahan bakar, kegagalan pompa bahan bakar, dan penyumbatan pada injektor.

Analisis dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) terkait penyebab terjadinya *low power engine performance* pada bagian sistem bahan bakar (*fuel system*) mesin diesel dikelompokkan menjadi 3 sub sistem, yaitu sub sistem pemompaan bahan bakar, sub sistem penyaringan bahan bakar, dan sub sistem penginjeksian bahan bakar. Berdasarkan hasil penghitungan *Risk Priority Number* (RPN) menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk menentukan komponen kritis dari sistem bahan bakar mesin diesel *common rail Asphalt Finisher* BOMAG BF 800C, diperoleh 2 komponen kritis yaitu injektor bahan bakar dengan RPN sebesar 324 dan filter bahan bakar dengan RPN sebesar 168.

Interval waktu perawatan yang optimal untuk komponen kritis yaitu injektor bahan bakar dengan interval waktu perawatan selang waktu 84 jam kerja dan filter bahan bakar dengan interval waktu perawatan selang waktu 35 jam kerja.

REFERENSI

[1] Federal Highway Administration. 2019. Hot Mix Asphalt Paving Handbook 2000. Retrieved from https://www.fhwa.dot.gov/pavement/pub_details.cfm?id=222.

- [2] Denur, Dermawan, D., Syafril. Analisa Kerja Injector Terhadap *Performance Engine* Pada Mesin Isuzu CYZ 51. *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 3(2), pp.31-37.
- [3] Imanuell, R. and Lutfi, M. 2019. Analisa Perawatan Berbasis Keandalan Pada Sistem Bahan Bakar Mesin Utama KMP. Bontoharu. *JST (Jurnal Sains Terapan)*, 5(1), pp.36-43.
- [4] Saputra, R.S.H., Priharanto, Y.E., dan Latif, A. 2018. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Applied for Risk Assessment of Fuel Oil System on Diesel Engine of Fishing Vessel*. *ARPN Journal of Engineering and Applied Science*, 13(21), pp.8414-8420.
- [5] Penn, R. 2022. *Risk Priority Number (RPN)*. Diakses pada 14 Agustus 2023. Retrieved from <https://www.isixsigma.com/dictionary/risk-priority-number-rpn/>.
- [6] Zareei, J., & Ahmadi, S. 2020. *The effect of the turbocharger system and different fuels on the performance and exhaust emissions of a diesel engine by a numerical study*. *International journal of automotive engineering*, 10, 3295-3310.
- [7] Zhu, J.X., Wang, L.J., Bao, S.Y., Wang, W.P. and Gao, Z.L. 2008. *A method for the Calculation of the Mean Time to Failure (MTTF) of Repairable System*. Trans Tech Publications Ltd.: *Advanced Materials Research* (Vol. 44, pp. 813-820).
- [8] Putri, M. L. 2018. Manajemen Perawatan Mesin Diesel Excavator Komatsu PC 200-8 Menggunakan *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Skripsi. Tidak Diterbitkan. Fakultas Sekolah Vokasi. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta