

METODE RCM UNTUK PENJADWALAN PERAWATAN PADA KENDARAAN

RCM METHOD FOR VEHICLE MAINTENANCE SCHEDULING

Muhammad Pradipa Rosianto, Hari Rarindo, Muhammad Akhlis Rizza dan Bagus Wahyudi

Teknik Otomotif Elektronik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang
E-mail: dipa767@gmail.com, harirarindo@gmail.com, muh.akhlis@polinema.ac.id dan bagus.wahyudi@polinema.ac.id

Abstrak

Dalam penggunaannya, mesin kendaraan akan terus mengalami perubahan. Perawatan pada kendaraan perlu dilakukan secara rutin untuk menjaga keandalan (*reliability*) mesin agar selalu bekerja sesuai dengan fungsinya. Penjadwalan perawatan merupakan penerapan dari *preventive maintenance* dan *predictive maintenance*. Dalam penelitian ini akan melakukan analisis penjadwalan perawatan kendaraan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan nilai keandalan, menentukan penyebab kegagalan / kerusakan, usulan jadwal perawatan sehingga diharapkan dengan penerapan perawatan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dapat mengurangi angka kerusakan dan gangguan pada beberapa sistem utama kendaraan.

Kata Kunci: *Maintenance, Penjadwalan, RCM*

Abstract

In its use, the vehicle engine will continue to undergo changes. Maintenance on vehicles needs to be done regularly to maintain the reliability of the engine so that it always works according to its function. Maintenance scheduling is an application of preventive maintenance and predictive maintenance. This research will analyze vehicle maintenance scheduling using the Reliability Centered Maintenance (RCM) method. The purpose of this research is to determine the value of reliability, determine the cause of failure/damage, propose a maintenance schedule so that it is expected that the application of maintenance using the Reliability Centered Maintenance (RCM) method can reduce the number of damage and interference in several major vehicle systems.

Keywords: *Maintenance, Scheduling, RCM*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perawatan rutin terhadap kendaraan roda empat seperti servis berkala, mengganti oli, dan mengisi bahan bakar merupakan kegiatan rutin yang harus diperhatikan oleh pemilik kendaraan. Tetapi terkadang pemilik kendaraan sering mengabaikan kegiatan perawatan rutin kendaraan roda empat, dikarenakan waktu servis yang tidak menentu, dan karena pemilik kendaraan harus menghitung jarak tempuh dan waktu yang telah dilalui kendaraan roda empat untuk dapat dilakukan kegiatan servis berkala (Eksan et al., 2022). Sehingga kelalaian tersebut dapat menimbulkan permasalahan-permasalahan pada kendaraan mereka.

Suatu mesin terdiri dari berbagai komponen yang mungkin saja sangat vital, sehingga apabila komponen tersebut mengalami kerusakan maka

akan mendatangkan kerugian yang sangat besar, karena dapat menghilangkan jam produksi akibat mesin yang mati secara tiba-tiba. Untuk itu tidak dapat dipungkiri perlunya suatu perencanaan kegiatan perawatan bagi masing-masing mesin untuk memaksimalkan sumber daya yang ada, sehingga diperlukan analisis untuk menentukan waktu kegiatan perawatan *preventive* untuk memaksimalkan kondisi mesin sesuai keandalannya (Khaurullah et al., 2022).

Dalam penerapannya, pendekatan *Reliability Centered Maintenance* merupakan suatu teknik *maintenance* yang memanfaatkan informasi berkenaan dengan keandalan suatu komponen, untuk mendapatkan strategi perawatan yang efektif, efisien, dan mudah untuk dilakukan. Dengan aplikasi RCM, didapatkan informasi apa saja yang harus dilakukan untuk menjamin mesin atau peralatan dapat terus beroperasi dengan baik

(Candra, 2019).

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah masalah mengenai penjadwalan perawatan. Beberapa masalah adalah:

1. Bagaimana pengaruh nilai *Risk Priority Number* terhadap *Mean Time Between Failure* pada komponen *engine*, sistem pendingin, dan sistem kemudi pada kendaraan?
2. Bagaimana jadwal perawatan kendaraan menggunakan pendekatan *Reliability Centered Maintenance*?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan beberapa jurnal yang digunakan, dirumuskan beberapa batasan dalam penelitian ini. Batasan-batasan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Objek yang diidentifikasi adalah komponen pada *engine*, sistem pendingin, dan sistem kemudi pada kendaraan.
2. Metode analisis yang digunakan adalah pendekatan *Reliability Centered Maintenance* dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis*.
3. Penelitian hanya dilakukan untuk mendapatkan saran pembuatan jadwal perawatan kendaraan, tidak membahas mengenai rencana anggaran biaya.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh nilai *Risk Priority Number* terhadap *Mean Time Between Failure*.
2. Untuk menentukan jadwal perawatan kendaraan menggunakan pendekatan *Reliability Centered Maintenance*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Mengaplikasikan teori manajemen perawatan yang telah diperoleh selama perkuliahan serta menambah pengetahuan tentang penerapan manajemen perawatan dilapangan.
2. Dapat digunakan referensi untuk penelitian-penelitian berikutnya mengenai manajemen perawatan dengan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM).

II. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Berdasarkan studi pendahuluan yang telah

dilakukan, peneliti menemukan beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini. Beberapa penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

Penelitian yang dilakukan Candra (2019) yang berjudul *Optimasi Preventif Maintenance Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance*. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan optimasi pada mesin pada industri garmen dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, didapatkan interval waktu yang efektif untuk melakukan perawatan pada masing-masing komponen mesin, sedangkan untuk kegagalan yang tidak dapat diprediksi dilakukan upaya tindakan *conditioning monitoring*.

Dalam Penelitian yang dilakukan Widyaningrum & Winati (2022) yang berjudul *Penjadwalan Perawatan Mesin di CV Wijaya Workshop dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance*. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan saran waktu perawatan mesin *cutting laser* berdasarkan data historis kerusakan mesin menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, didapatkan acuan untuk pembuatan jadwal *preventive maintenance* bagi perusahaan untuk satu tahun berikutnya.

Dalam Penelitian yang dilakukan Pardiyono & Fadillah (2020) yang berjudul *Minimasi Downtime Menggunakan Reliability Centered Maintenance (RCM) di PT. Agronesia Inkaba*. Penelitian ini bertujuan untuk menjadwalkan *preventive maintenance* pada komponen kritis mesin *kneader* dengan menggunakan metode RCM untuk mengidentifikasi masalah dan menentukan nilai RPN. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dengan menggunakan metode *age replacement* dan *group replacement* didapatkan penurunan waktu *downtime* pada mesin *kneader*.

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu, maka dilakukan penelitian lanjutan oleh peneliti Muhammad Pradipa Rosianto(2023) dengan judul *Metode RCM untuk Penjadwalan Perawatan pada Kendaraan dengan tujuan untuk menentukan nilai keandalan, mencari penyebab kerusakan, dan menentukan usulan penjadwalan perawatan kendaraan*. Berdasarkan penerapan metode tersebut diharapkan kendaraan dapat bekerja pada tingkat efektivitas dan efisiensi yang lebih tinggi.

2.2 Definisi Perawatan (*Maintenance*)

Pemeliharaan dicirikan sebagai serangkaian

kegiatan yang memelihara peralatan atau sistem dalam keadaan dimana mereka dapat melakukan fungsi yang ditugaskan (Patil et al., 2022). *Maintenance* atau pemeliharaan adalah suatu kegiatan untuk merawat atau memelihara dan menjaga mesin/peralatan tetap pada kondisi yang baik supaya dapat digunakan untuk melakukan pekerjaan sesuai dengan yang direncanakan. *Maintenance* adalah kegiatan yang diperlukan untuk mempertahankan (*retaining*) dan mengembalikan (*restoring*) mesin ke kondisi yang terbaik sehingga dapat bekerja dengan optimal. Jika mesin/peralatan diminimalisir kerusakannya, maka akan berpengaruh pada produktivitas, kualitas, dan efisiensi yang dapat menguntungkan.

2.3 Reliability Centered Maintenance

Reliability Centered Maintenance atau RCM adalah metode perawatan sistematis yang digunakan untuk menganalisis kinerja sistem yang terkait dengan dampak kegagalan potensial dan memilih tindakan perawatan yang paling efisien untuk mengurangi risiko kegagalan (Shamayleh et al., 2020). RCM dapat digambarkan sebagai strategi pemeliharaan yang terintegrasi secara logis sebuah campuran optimal dari praktik *reactive*, *preventive*, *predictive*, dan *proactive maintenance* (Patil et al., 2022). Model RCM yang diusulkan memungkinkan keduanya analisis kualitatif dan kuantitatif dan dibagi menjadi lima langkah utama: persiapan studi sistem, pemilihan item kritis, pemilihan tindakan perawatan yang tepat, analisis biaya perawatan preventif dan implementasi yang efektif dari program perawatan yang berpusat pada keandalan (Patil et al., 2022).

2.4 Failure Mode and Effect Analysis

Failure Mode and Effect Analysis atau FMEA adalah teknik yang banyak digunakan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan kegagalan yang diketahui atau potensi kegagalan dari sistem, desain dan proses (Song et al., 2014). Beberapa hal dasar yang terdapat pada FMEA adalah fungsi atau persyaratan, mode kesalahan, efek dan konsekuensi, penyebab potensial, tindakan dan pengendalian. Hal tersebut diperlukan untuk menemukan penyebab masalah serta tindakan pencegahan pada mode kesalahan yang berulang. *Risk Priority Number* (RPN) merupakan suatu indikator untuk mengukur resiko dari moda kegagalan dan menentukan tingkat skala prioritas perbaikan yang harus dilakukan terlebih dahulu (Kang et al., 2016).

Nilai RPN didapatkan dari hasil perkalian nilai *severity*, *occurrence* dan *detection*. *Severity* merupakan evaluasi atau level terkait dengan efek mode kegagalan potensial dan bagaimana keseriusan bahaya ketika sistem bekerja (Yaqin et al., 2020).

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis kegiatan penelitian yang dilakukan peneliti adalah data kualitatif dan kuantitatif dengan melakukan analisis terhadap manajemen perawatan. Analisis kualitatif meliputi *failure mode effect analysis* (FMEA) dan analisis kuantitatif meliputi interval waktu dan metode yang diterapkan pada analisis ini adalah *Reliability Centered Maintenance* (RCM).

3.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret sampai dengan April 2023 yang bertempat di Auto2000 Jemursari yang berlokasi di Jl. Raya Jemursari No. 215, Prapen, Tenggilis Mejoyo, Surabaya, Jawa Timur 60292.

3.4 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Laptop Lenovo Thinkpad X220.
- Mobil Toyota Kijang Innova.
- Software pengolah data Minitab.

3.5 Variabel Penelitian

Variabel merupakan bagian penelitian dengan cara menentukan Variabel yang ada dalam penelitian tersebut. Variabel-variabel yang akan

digunakan dalam penelitian ini adalah:

a. Variabel Terikat

Variabel terikat yaitu variabel yang dipengaruhi atau menjadi akibat karena variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah Penjadwalan Perawatan Kendaraan.

b. Variabel Bebas

Variabel bebas yaitu variabel yang menjadi sebab atau timbulnya variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah Interval Waktu Kegagalan dan Perbaikan serta Penyebab Kegagalan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Time to Repair, Time Between Failure, RPN

Data *Time to Repair* (TTR) didapatkan dari lamanya waktu perbaikan komponen *engine*, sistem pendingin, dan sistem kemudi. Data *Time Between Failure* (TBF) didapatkan dari interval waktu kerusakan komponen *engine*, sistem pendingin, dan sistem kemudi.

Tabel 1. Data *Time to Repair Engine*

TTR (menit)					
Engine	Spark Plug	Injector	Tensioner	Air Intake System	Gasket Cylinder Head
216	216	219	182	196	196
196	190	214	191	195	207
219	228	195	225	182	199
190	188	234	180	202	180
182	193	194	202	199	
191	182	185	200	209	
214	225	181	199	197	
195	219	195			
228	202	207			
182	209				
234	197				
194					
185					
183					
193					
207					
182					
227					
225					
180					
219					
200					
202					
188					
199					
209					
197					
180					
186					

Tabel 2. Data *Time to Repair* Sistem Pendingin

TTR (menit)		
Sistem Pendingin	Radiator	Saluran By-pass
219	214	195
195	234	190
214	193	182
234	219	202
193	209	
219	197	
209		
197		

Tabel 3. Data *Time to Repair* Sistem Kemudi

TTR (menit)	
Sistem Kemudi	Power Steering
196	206
214	218
195	197
206	186
220	218
186	209
218	
209	

Tabel 4. Data *Time Between Failure Engine*

TBF (hari)					
Engine	Spark Plug	Injector	Tensioner	Air Intake System	Gasket Cylinder Head
93	481	218	572	983	1801
174	310	543	89	266	174
218	455	108	411	1608	1673
310	148	264	1282	294	
46	314	34	82	298	
89	399	86	235	270	
102	386	114			
106	209	84			
118	416				
87	294				
63					
34					
86					
112					
86					
182					
219					
79					
309					
124					
80					
9					
82					
148					
188					
296					
296					
272					

Tabel 5. Data *Time Between Failure* Sistem Pendingin

TBF (hari)		
Sistem Pendingin	Radiator	Saluran By-pass
392	445	392
185	784	185
260	91	260
784	387	
91	518	
387		
518		

Tabel 6. Data *Time Between Failure* Sistem Kemudi

TBF(hari)	
Sistem Kemudi	Power Steering
211	1227
272	303
185	280
89	328
280	169
328	
169	

Tabel 7. RPN

Komponen	S	O	D	RPN
Gasket Cylinder Head	8	1	9	72
Spark Plug	7	2	9	126
Air Intake System	7	1	5	35
Tensioner	6	1	8	48
Injector	7	3	5	105
Radiator	8	1	6	48
Saluran By-pass	8	1	8	64
Power Steering	7	2	6	84
Long Tie Rod	8	3	5	120
Rack Steer	7	3	6	126
Upper Ball Joint	8	3	5	120

Dari tabel RPN di atas di dapatkan hasil perkaliat bobot dari severity, occurrence dan detection. Dari hasil perhitungan tersebut digunakan untuk menentukan komponen kritis dari kendaraan dan diperoleh tiga komponen kritis yaitu spark plug dan rack steer dengan nilai 126 poin, long tie rod dan upper ball joint dengan nilai 120 poin dan injector 105 poin. Setelah mengetahui nilai S,O dan D dilakukan analisis kuantitatif digunakan untuk menentukan nilai keandalan pada mesin atau komponen yang selanjutnya digunakan untuk menentukan interval perawatan. Variabel yang digunakan untuk menentukan nilai keandalan adalah data kerusakan komponen dalam kurun waktu tahun 2011 sampai dengan 2023. Sehingga dapat dilakukan perhitungan nilai dari MTBF dan MTTR.

Menentukan Nilai Index of Fit

Tabel 8. Index of Fit Engine

Komponen	Distribusi	Parameter
Engine	Weibull	Shape = 1,60183 Scale = 161,230
Spark Plug	Weibull	Shape = 3,08006 Scale = 382,953 Median =
Injector	Lognormal	132,413 Scale = 0,918588 Median = 283,291
Tensioner	Lognormal	Scale = 1,19802 Median = 463,740
Air Intake System	Lognormal	Scale = 0,778153 Shape = 0,793783
Gasket Cylinder Head	Weibull	Scale = 1437,15

Tabel 9. Index of Fit Sistem Pendingin

Komponen	Distribusi	Parameter
Sistem Pendingin	Weibull	Shape = 1,52649 Scale = 431,189
Radiator	Normal	Mean = 445 StDev = 280,673
Saluran By-pass	Lognormal	Median = 266,161 Scale = 0,457428

Tabel 10. Index of Fit Sistem Kemudi

Komponen	Distribusi	Parameter
Sistem Kemudi	Normal	Mean = 219,143 StDev = 89,0969
Power Steering	Lognormal	Median = 356,649 Scale = 0,768223

Menentukan Interval Perawatan Untuk Tingkat Keandalan 70%

1. Interval Perawatan Engine

Berdasarkan prediksi garis referensi pada grafik reliabilitas *engine*, didapatkan nilai 84 hari, dibuktikan dengan perhitungan sebagai berikut: Keandalan pada $t = 84$ dengan fungsi keandalan distribusi weibull:

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta}}$$

$$R(t) = e^{-\left(\frac{84}{161,23}\right)^{1,6}}$$

$$R(t) = 0,7033 \text{ atau } 70,33\%$$

2. Interval Perawatan Spark Plug

Berdasarkan prediksi garis referensi pada grafik reliabilitas *spark plug*, didapatkan nilai 274 hari, dibuktikan dengan perhitungan sebagai berikut:

Keandalan pada $t = 274$ dengan fungsi keandalan distribusi weibull:

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta}}$$

$$R(t) = e^{-\left(\frac{274}{382,95}\right)^{3,08}}$$

$$R(t) = 0,7000 \text{ atau } 70\%$$

3. Interval Perawatan Injector

Berdasarkan prediksi garis referensi pada grafik reliabilitas *injector*, didapatkan nilai 81 hari, dibuktikan dengan perhitungan sebagai berikut:

Keandalan pada $t = 81$ dengan pola distribusi lognormal:

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_m}\right)$$

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{1}{1,9} \ln \frac{81}{1,4}\right) = 1 -$$

$$\Phi(-0.535) = 1 - 0,2981$$

$$R(t) = 0,7019 \text{ atau } 70,19\%$$

4. Interval Perawatan Tensioner

Berdasarkan prediksi garis referensi pada grafik reliabilitas *tensioner*, didapatkan nilai 150 hari, dibuktikan dengan perhitungan sebagai berikut:

Keandalan pada $t = 150$ dengan pola distribusi lognormal:

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_m}\right)$$

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{1}{1,1} \ln \frac{150}{2,2}\right) = 1 -$$

$$\Phi(-0.530) = 1 - 0,2981$$

$$R(t) = 0,7019 \text{ atau } 70,19\%$$

5. Interval Perawatan Air Intake System

Berdasarkan prediksi garis referensi pada grafik reliabilitas *air intake system*, didapatkan nilai 306 hari, dibuktikan dengan perhitungan sebagai berikut:

Keandalan pada $t = 306$ dengan pola distribusi lognormal:

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_m}\right)$$

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{1}{1,7} \ln \frac{306}{4,7}\right) = 1 -$$

$$\Phi(-0.534) = 1 - 0,2981$$

$$R(t) = 0,7019 \text{ atau } 70,19\%$$

6. Interval Perawatan Gasket Cylinder Head

Berdasarkan prediksi garis referensi pada grafik reliabilitas gasket *cylinder head*, didapatkan nilai 391 hari, dibuktikan dengan perhitungan sebagai berikut:

Keandalan pada $t = 391$ dengan fungsi keandalan distribusi weibull:

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta}}$$

$$R(t) = e^{-\left(\frac{391}{1,1}\right)^{0,7}}$$

$$R(t) = 0,7005 \text{ atau } 70\%$$

7. Interval Perawatan Sistem Pendingin

Berdasarkan prediksi garis referensi pada grafik reliabilitas sistem pendingin, didapatkan nilai 219 hari, dibuktikan dengan perhitungan sebagai berikut:

Keandalan pada $t = 219$ dengan fungsi keandalan distribusi weibull:

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\theta}\right)^{\beta}}$$

$$R(t) = e^{-\left(\frac{219}{4,1}\right)^{1,5}}$$

$$R(t) = 0,7008 \text{ atau } 70\%$$

8. Interval Perawatan Radiator

Berdasarkan prediksi garis referensi pada grafik reliabilitas *radiator*, didapatkan nilai 295 hari, dibuktikan dengan perhitungan sebagai berikut:

Keandalan pada $t = 295$ dengan fungsi keandalan distribusi normal:

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)$$

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{295-4}{2,6}\right) = 1 - \Phi(-0.534) =$$

$$1 - 0.2981$$

$$R(t) = 0,7019 \text{ atau } 70,19\%$$

9. Interval Perawatan Saluran By-pass

Berdasarkan prediksi garis referensi pada grafik reliabilitas saluran *by-pass*, didapatkan nilai 208 hari, dibuktikan dengan perhitungan sebagai berikut:

Keandalan pada $t = 208$ dengan pola distribusi lognormal:

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_m}\right)$$

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{1}{1,4} \ln \frac{208}{2,1}\right) = 1 -$$

$$\Phi(-0.539) = 1 - 0,2981$$

$$R(t) = 0,7019 \text{ atau } 70,19\%$$

10. Interval Perawatan Sistem Kemudi

Berdasarkan prediksi garis referensi pada grafik reliabilitas sistem kemudi, didapatkan nilai 171 hari, dibuktikan dengan perhitungan sebagai berikut:

Keandalan pada $t = 171$ dengan pola distribusi normal:

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)$$

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{171-2}{8,0}\right) = 1 -$$

$$\Phi(-0.54) = 1 - 0.2946$$

$$R(t) = 0,7054 \text{ atau } 70,54\%$$

11. Interval Perawatan Power Steering

Berdasarkan prediksi garis referensi pada grafik reliabilitas *power steering*, didapatkan nilai 237 hari, dibuktikan dengan perhitungan sebagai berikut:

Keandalan pada $t = 237$ dengan pola distribusi lognormal:

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{1}{s} \ln \frac{t}{t_m}\right)$$

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{1}{1,7} \ln \frac{237}{3,6}\right) = 1 -$$

$$\Phi(-0.531) = 1 - 0,2981$$

$$R(t) = 0,7019 \text{ atau } 70,19\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan

usulan interval perawatan pada masing-masing komponen untuk mencapai tingkat keandalan 0,7 atau 70% sebagai berikut:

Tabel 11. Usulan Interval Perawatan

Komponen	Interval Perawatan (hari)
Engine	84
Spark Plug	274
Injector	81
Tensioner	150
Air Intake System	306
Gasket Cylinder Head	391
Sistem Pendingin	219
Radiator	295
Saluran By-pass	208
Sistem Kemudi	171
Power Steering	237

Hasil tersebut ditransformasikan menjadi usulan waktu penjadwalan perawatan kendaraan. Usulan waktu penjadwalan disusun untuk jangka waktu satu tahun, yaitu dimulai pada bulan Juli 2023 – Juli 2024. Penentuan jadwal perawatan dimulai dari tanggal 1 Juli 2023.

Tabel 12. Usulan Tanggal Perawatan

Komponen	Tanggal Usulan Perawatan
Engine	23 September 2023 16 Desember 2023 9 Maret 2024
Spark Plug	31 Maret 2024
Injector	20 September 2023 10 Desember 2023 29 Februari 2024 20 Mei 2024
Tensioner	28 November 2023 26 April 2024
Air Intake System	2 Mei 2024
Gasket Cylinder Head	26 Juli 2024
Sistem Pendingin	5 Februari 2024
Radiator	21 April 2024
Saluran By-pass	25 Januari 2024
Sistem Kemudi	19 Desember 2023 7 Juni 2024
Power Steering	23 Februari 2024

Menentukan Hubungan RPN dengan Penjadwalan Perawatan Kendaraan

Hubungan antara waktu *downtime*, penyebab, mode, dan efek kegagalan yang ditimbulkan dengan penjadwalan perawatan diidentifikasi melalui pengujian regresi linear data *mean time to repair* (MTTR) dan nilai RPN dengan data interval perawatan untuk keandalan 70%. Pengujian regresi linear dilakukan dengan menggunakan *software* Minitab serta dijelaskan dengan perhitungan secara matematis.

Tabel 13. Data Pengujian Regresi Linear

Komponen	MTTR (menit)	RPN	Interval Perawatan (hari)
Spark Plug	204,5	126	274
Injector	203	105	81
Tensioner	197	48	150
Air Intake System	197,5	35	306
Gasket Cylinder Head	195	72	391
Radiator	210	48	295
Saluran By-pass	192	64	208
Long Tie Rod	205	120	171
Rack Steer	205	126	171
Upper Ball Joint	205	120	171
Power Steering	206	84	237

Hasil pengujian regresi linear berganda menunjukkan bahwa persamaan regresi linear berganda dalam penelitian ini adalah $Y = 298 + 0,07 X_1 - 1,04 X_2$. Nilai persamaan regresi tersebut diinterpretasikan sebagai berikut:

- Nilai konstanta sebesar 298 memberikan pengertian bahwa jika MTTR (X_1) dan RPN (X_2) secara bersamaan tidak mengalami perubahan atau sama dengan nol, maka besarnya (Y) adalah 298 satuan.
- Koefisien regresi dari variabel MTTR (X_1) sebesar 0,07 yang artinya memberikan pengaruh positif terhadap variabel dependen (Y), maka dapat diartikan bahwa jika variabel MTTR (X_1) bertambah satu satuan, maka (Y) akan bertambah sebesar 0,07 satuan dengan asumsi variabel lain konstan.
- Koefisien regresi dari variabel RPN (X_2) sebesar -1,04 yang artinya memberikan pengaruh negatif terhadap variabel dependen (Y), maka dapat diartikan bahwa jika variabel RPN (X_2) bertambah satu satuan, maka (Y) akan berkurang sebesar 1,04 satuan dengan asumsi variabel lain konstan.

Hasil perhitungan uji-F secara simultan menunjukkan nilai f hitung sebesar 0,8134, sedangkan F tabel sebesar 4,45897. Oleh karena nilai F hitung $< F$ tabel dan nilai signifikansinya $0,476 > 0,05$ maka dapat dinyatakan bahwa MTTR dan RPN secara simultan tidak berpengaruh signifikan terhadap penjadwalan perawatan kendaraan.

Hasil perhitungan koefisien determinasi (r^2) menunjukkan nilai sebesar 0,169 sehingga dapat diartikan bahwa variabel MTTR (X_1) dan RPN (X_2) secara bersamaan dapat menjelaskan terhadap variabel (Y) sebesar 16,9% dan sisanya dijelaskan oleh variabel lain. Hasil perhitungan korelasi antara Y dengan X_1 ($r_{Y1.2}$) menunjukkan nilai sebesar -0,0657 sehingga dapat diartikan

bahwa variabel MTTR (X_1) dapat menjelaskan terhadap variabel (Y) berlawanan arah sebesar 6,57%. Hasil perhitungan korelasi antara Y dengan X_2 ($r_{Y2.1}$) menunjukkan nilai sebesar -0,1508 sehingga dapat diartikan bahwa variabel RPN (X_2) dapat menjelaskan terhadap variabel (Y) berlawanan arah sebesar 15,08%.

Hasil perhitungan uji-T parsial menunjukkan bahwa:

- a. Nilai t hitung variabel MTTR (X_1) sebesar -0,0131 dengan nilai signifikansi $0,990 > 0,05$, maka secara parsial variabel MTTR (X_1) tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap variabel (Y). Dengan demikian H_0 yang menyatakan bahwa tidak terdapat pengaruh antara waktu *downtime* pada sistem utama kendaraan dengan penjadwalan perawatan kendaraan diterima.
- b. Nilai t hitung variabel RPN (X_2) sebesar -1,145 dengan nilai signifikansi $0,285 > 0,05$, maka secara parsial variabel RPN (X_2) tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap variabel (Y). Dengan demikian H_0 yang menyatakan bahwa tidak terdapat pengaruh antara penyebab, mode, dan efek kegagalan yang ditimbulkan dengan penjadwalan perawatan kendaraan diterima.

V. SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil pengujian dan pengolahan data yang telah dilakukan pada waktu *downtime* kendaraan serta penyebab, mode, dan efek kegagalan yang ditimbulkan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Secara simultan waktu *downtime* kendaraan serta penyebab, mode, dan efek kegagalan yang ditimbulkan bernilai sebesar 0,169 atau 16,9% dan tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap penjadwalan perawatan kendaraan. Waktu *downtime* kendaraan dengan nilai signifikansi $0,990 > 0,05$ tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap penjadwalan perawatan kendaraan. Penyebab, mode, dan efek kegagalan yang ditimbulkan dengan nilai signifikansi $0,285 > 0,05$ tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap penjadwalan perawatan kendaraan.
2. Usulan penjadwalan perawatan kendaraan

untuk tingkat keandalan 0,7 atau 70% yaitu pada komponen *engine* setiap 84 hari, *spark plug* setiap 274 hari, *injector* setiap 81 hari, *tensioner* setiap 150 hari, *air intake system* 306 hari, gasket *cylinder head* setiap 391 hari, sistem pendingin setiap 219 hari, *radiator* setiap 295 hari, saluran *by-pass* setiap 208 hari, sistem kemudi setiap 171 hari, dan *power steering* setiap 237 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Candra, A. (2019). Optimasi Preventif Maintenance Menggunakan Metode Reliability Centered Maintenance. *Teknologi*, 2(2), 112 – 120.
- Eksan, S., Ponggawa, V., & Katuuk, R. E. (2022). Pemanfaatan GPS Pada Sistem Monitoring Perawatan Kendaraan Roda Empat Dengan Konsep IoT. *Jurnal Elektrik*, 1(01), 24.
- Kang, J., Sun, L., Sun, H., & Wu, C. (2017). Risk assessment of floating offshore wind turbine based on correlation-FMEA. *Ocean Engineering*, 129, 382-388.
- Khaurullah, F., & HR, D. A. (2022). Analisis Penentuan Waktu Kegiatan Perawatan Preventif Yang Tepat Bagi Mesin Produksi Glasstube Lampu 2U Sesuai Keandalannya (Studi Kasus: PT. Panca Aditya Sejahtera). *Jurnal Teknik*
- Patil, S. S., Bewoor, A. K., Kumar, R., Ahmadi, M. H., Sharifpur, M., & Praveen Kumar, Senance Program for a Steam Boiler System Using Reliability-Centered Maintenance Approach. *Sustainability*, 14(16), 10073, 2 – 3.
- Song, W., Ming, X., Wu, Z., & Zhu, B. (2014). A Rough TOPSIS Approach for Failure Mode and Effects Analysis in Uncertain Environments. *Quality and Reliability Engineering International*, 30(4), 473 – 486.
- Widyaningrum, M. R., & Winati, F. D. (2022). Penjadwalan Perawatan Mesin di CV Wijaya Workshop dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance. *Trinistik*, 1(1), 37 – 43.