

Usulan Perancangan Pemeliharaan Kendaraan Load Lugger 03 Menggunakan Metode Reliability And Risk Centered Maintenance (Rrcm) Pada Pt Krakatau Jasa Logistik *Proposed Vehicle Maintenance Design Load Lugger 03 Using Reliability And Risk Centered Maintenance (Rrcm) Method At Pt Krakatau Jasa Logistik*

1st Zul Arffan
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
zularffan@student.telkomuni-
versity.ac.id

2nd Endang Budiasih
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
endangbudiasih@telkomuni-
ersity.ac.id

3rd Aji Pamoso
Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
humamsiddiq@telkomuni-
versity.ac.id

Abstrak

PT Krakatau Jasa Logistik merupakan perusahaan yang bergerak dibidang jasa logistik dan salah satunya internal handling untuk customer. Kendaraan load lugger 03 merupakan internal handling pada perusahaan yang digunakan selama 24 jam. Oleh karena itu, kendaraan dituntut untuk memenuhi kebutuhan konsumen berupa membawa raw material di perusahaan konsumen. Pada perusahaan PT Krakatau Jasa Logistik sudah menerapkan preventive maintenance dan corrective maintenance tetapi kegiatan pemeliharaan tersebut belum optimal dan menyebabkan pengeluaran biaya yang tinggi. Maka dari itu, penelitian ini menerapkan metode Reliability and Risk Centered Maintenance (RRCM). Tujuan dalam pemeliharaan ini untuk mengetahui usulan perancangan maintenance, waktu interval pemeliharaan, dan total biaya pemeliharaan. Dalam menentukan komponen kritis pada kendaraan, penelitian ini menggunakan metode Risk Priority Number dan didapatkan empat komponen kritis yaitu hose, ban, controller valve, dan jack hydraulic.

Dengan menggunakan metode RRCM didapatkan proposed maintenance task dan total biaya pemeliharaan. Berdasarkan pengumpulan dan pengolahan data didapatkan ketentuan 5 proposed maintenance task dengan 2 (dua) scheduled on condition task dan 3 (tiga) scheduled discard task. Untuk scheduled on condition task pada komponen controller valve dilakukan pengecekan berskala selama 56 pekan sekali dan pengecekan berskala pada komponen hose selama 3 pekan sekali. Untuk scheduled discard task pada komponen pergantian ban dilakukan sebanyak 2 pekan sekali, pergantian komponen hose sebanyak 10 pekan sekali, dan komponen jack hydraulic sebanyak 25 pekan sekali. Total biaya pemeliharaan usulan didapatkan sebesar Rp206,024,342 memiliki selisih senilai Rp60,857,470 dari nilai biaya maintenance eksisting perusahaan. Perbandingan dari total biaya pemeliharaan eksisting dan usulan didapatkan bahwa perusahaan dapat menghemat biaya pemeliharaan sebesar 23%.

Kata kunci : Maintenance, Reliability and Risk Centered Maintenance, Proposed Maintenance Task, Maintenance Cost

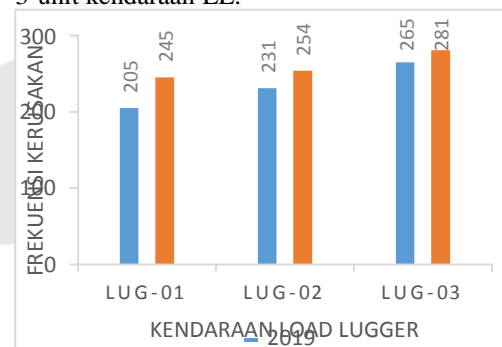
Abstract

PT Krakatau Jasa Logistik is a company engaged in logistics services and one of them is internal handling for customers. Vehicle load lugger 03 is internal handling in the company that is used for 24 hours. Therefore, vehicles are required to meet the needs of consumers in the form of carrying raw materials in consumer companies. At pt Krakatau Jasa Logistik company has implemented preventive maintenance and corrective maintenance, but the maintenance activities have not been optimal and cause high cost expenditures. Therefore, this study applies reliability and risk centered maintenance (RRCM) methods. The purpose in this maintenance is to know the proposed design of maintenance, maintenance interval time, and total maintenance costs. In determining critical components in vehicles, this study used the Risk Priority Number method and obtained four critical components, namely hose, tire, valve controller, and hydraulic jack. By using the RRCM method obtained proposed maintenance task and total maintenance costs. Based on data collection and processing, provisions are obtained 5 proposed maintenance tasks with 2 (two) scheduled on condition task and 3 (three) scheduled discard task. For scheduled on condition task on the controller valve component is carried out a scale check for 56 weeks and a scale check on the hose component for 3 weeks. For scheduled discard task on tire change components are done once every 2 weeks, hose component changes as much as once every 10 weeks, and hydraulic jack components as much as once every 25 weeks. The total cost of maintenance of the proposal was obtained at Rp206,024,342 has a difference of Rp60,857,470 from the value of the company's existing maintenance costs. A comparison of the total existing maintenance costs and the proposal is obtained that the company can save maintenance costs by 23%.

Keywords: Maintenance, Reliability and Risk Centered Maintenance, Proposed Maintenance Task, Maintenance Cost

I. PENDAHULUAN

Pemeliharaan adalah fungsi yang memonitor dan merawat seluruh aset dan fasilitas perusahaan dengan merancang, mengatur, menangani, dan memeriksa pekerjaan untuk menjamin fungsi dari unit selama waktu operasi (uptime) dan meminimasi selang waktu berhenti (downtime) yang diakibatkan oleh adanya kerusakan maupun perbaikan [1]. PT Krakatau Jasa Logistik merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang logistik, terutama Logistic Supply Chain. PT Krakatau Jasa Logistik merupakan salah satu cucu perusahaan dari PT. Krakatau Steel, dan anak dari PT Krakatau Bandar Samudra. Pada PT Krakatau Jasa Logistik, penulis berfokus ke divisi internal handling & facilities karena pada divisi ini terdapat kendaraan yang bekerja selama 24 jam dan frekuensi kerusakan yang tinggi. Pada divisi internal handling & facilities yang fokus untuk pelayanan pada B2B salah satunya pada pengadaan jasa kendaraan load lugger (LL). Dalam penelitian ini akan membahas penggunaan jasa internal handling yang menggunakan kendaraan LL. Proses kerja dari kendaraan LL yaitu membawa raw material untuk kebutuhan dari customer. Raw material yang dibawa yaitu berupa scrap, scale, dan sludge. Kendaraan LL setiap harinya membawa rata-rata 10-ton raw material dalam sekali pengantaran, untuk jam kerja pada perusahaan PT Krakatau Jasa Logistik yaitu 24 jam dimana terdiri dari 3 shift dalam satu hari dan perusahaan memiliki 3-unit kendaraan LL.



Gambar 1 Data Frekuensi Kerusakan Pada Kendaraan Load Luggers

Berdasarkan pada gambar 1.1 di tahun 2019 dan 2020, kendaraan LUG-03 terjadi frekuensi kerusakan yang paling tinggi. Adapun beberapa hal yang menyebabkan kerusakan pada kendaraan LUG-03 yaitu pemeliharaan kendaraan yang kurang efektif dikarenakan pemeliharaan kendaraan yang tidak sesuai serta frekuensi pemeliharaan

yang kurang optimal. Oleh karena itu dalam penelitian kali ini membahas pemeliharaan pada kendaraan LUG-03 sebagai objek penelitian. Setiap perusahaan akan memaksimalkan kinerja dari kendaraan agar kegiatan produksi berjalan. Adapun upaya dari perusahaan yaitu melakukan pemeliharaan agar proses produksi tidak terhenti dan mengurangi loss of revenue. Pada kegiatan pemeliharaan, perlu adanya menentukan interval waktu yang optimal untuk mengurangi biaya pemeliharaan. Menurut penelitian Yssaad et al., (2014) RCM merupakan teknik yang digunakan untuk mengembangkan rencana dan kriteria pemeliharaan yang hemat biaya dan kegiatan operasional dapat tercapai, dipulihkan, atau dipelihara. Pada penelitian ini akan menggunakan metode *Reliability and Risk Centered Maintenance* (RRCM) dengan tujuan untuk menganalisis risk pada komponen tertentu kemudian dapat menentukan usulan kebijakan pemeliharaan dengan mempertimbangan risiko pada setiap komponen kritis, menentukan interval waktu pemeliharaan yang optimal, dan penentuan biaya pemeliharaan yang optimal. Menurut penelitian Selvik & Aven [2], metode RRCM bertujuan untuk menciptakan metode pemeliharaan yang akurat, fokus dan optimal agar mencapai keandalan (reliability) pada setiap komponen dengan mempertimbangan risiko sebagai referensi analisis, dimana ketidakpastian merupakan salah satu komponen utama dari risiko selain adanya kemungkinan peristiwa yang terjadi serta konsekuensi yang terkait.

Table 4
FMECA (criticality).

Criticality (C)		Risk or Hasard
Degree of criticality	Value	
Minor	0-30	Acceptable
Medium	31-60	Tolerable
High	61-180	Unacceptable
Very high	181-252	
Critical	253-324	
Very critical	>324	

Gambar 2 Kategori Tingkat *Criticality*

C. *Reliability and Risk Centered Maintenance* (RRCM)

RRCM adalah metode yang digunakan untuk pengembangan dari metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). RRCM yaitu metode yang tepat untuk digunakan dalam menganalisis perencanaan *preventive maintenance*. RRCM bertujuan untuk

II. KAJIAN TEORI

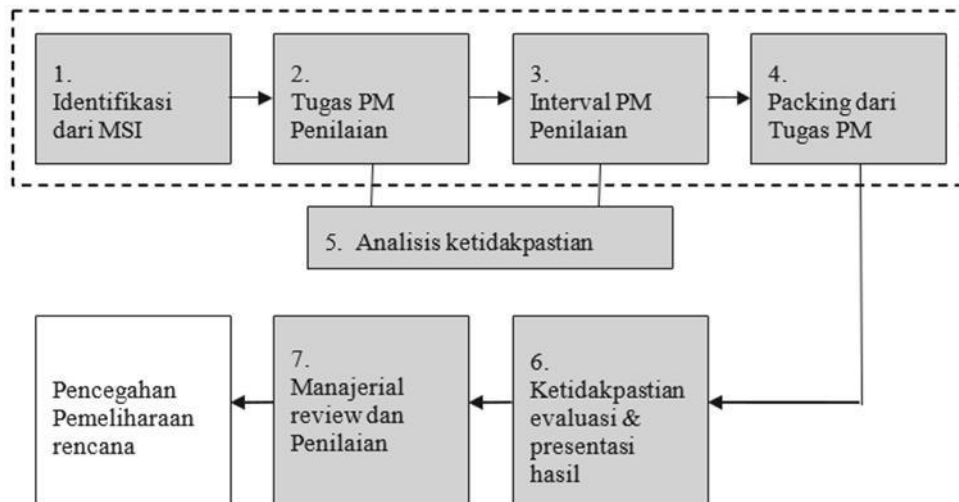
A. *Maintenance*

Manajemen pemeliharaan merupakan kombinasi dari semua tindakan teknis dan administratif yang bertujuan untuk mempertahankan aset atau sistem, atau mengembalikan keadaan semula sehingga dapat melakukan fungsi kegiatan operasi. Pemeliharaan sangat dipertimbangkan dalam perusahaan karena dibutuhkan untuk menjaga aset perusahaan. Tujuan dari fungsi ini yaitu melestarikan aset ataupun kemampuan aset tersebut untuk memproduksi sesuatu secara aman dan ekonomis [3].

B. *Failure Mode Effect and Critical Analysis* (FMECA)

FMECA adalah alat yang digunakan untuk menunjukkan hasil dari analisis RCM. FMECA bertujuan untuk mengevaluasi potensi mode kegagalan dan efeknya serta penyebab pada sistematis dan terstruktur [4]. Tujuan dari FMECA adalah untuk mengidentifikasi mode kegagalan dan pengaruh efek pada suatu komponen dan mengambil tindakan atau mengurangi kegagalan yang dimulai dari prioritas tertinggi. Pada penelitian melakukan perhitungan dengan RPN. Analisis dilakukan dengan cara kualitatif dan kuantitatif. Adapun kategori dalam penentuan *critically* adalah sebagai berikut:

mencapai keandalan yang optimal dengan mempertimbangan risiko sebagai referensi untuk analisis. Berdasarkan dari kata keandalan (*reliability*) merupakan parameter utama sebagai perencanaan yang konsekuensinya berasal dari kegagalan yang dinilai dari risiko sebagai titik acuan untuk analisis selain pada *reliability* [2].



Gambar 3 RRCM Framework

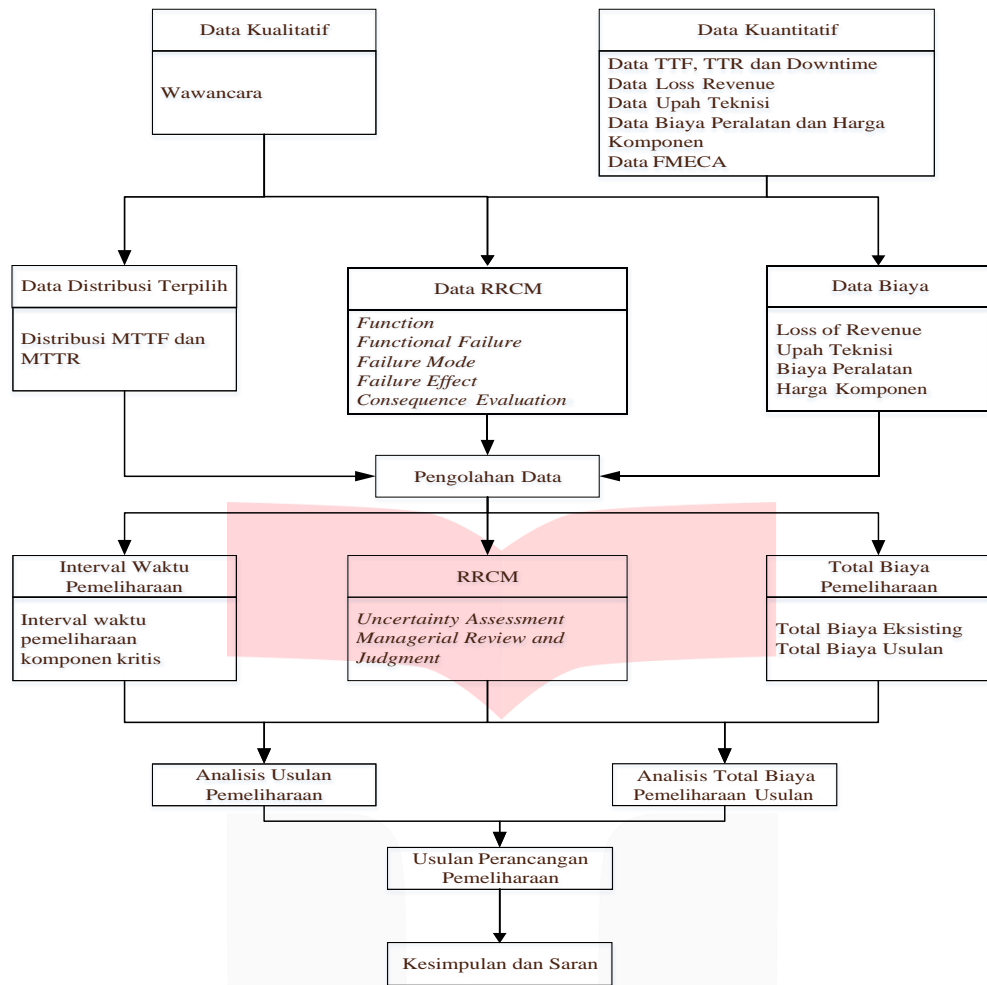
Tahapan pada empat bagian pertama merupakan bagian dari tahapan RCM. Tahapan untuk ke-5 yaitu langkah yang digunakan pada mengintegrasikan *uncertainly analysis* untuk tahapan RRCM yang menjelaskan faktor ketidakpastian. Faktor ketidakpastian itu diperoleh dari tahapan kedua dan ketiga pada gambar diatas. Analisis pada faktor ketidakpastian mencakup tahap-tahap utama, yaitu sebagai berikut:

1. Identifikasi untuk faktor ketidakpastian
2. Penilaian dan pengelompokkan pada faktor ketidakpastian yaitu dengan tingkat ketidakpastian

3. Penilaian dan pengelompokkan pada faktor ketidakpastian yaitu dengan tingkat sensitivitas
4. Kesimpulan berisi pentingnya faktor ketidakpastian

III. METODE

Sistematika Perancangan merupakan suatu urutan atau hierarki dalam merancang penelitian, dimulai dari perumusan masalah, pengumpulan data, pengolahan data dan analisis data untuk mendapatkan rancangan solusi. Sistematika perancangan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3 Work Breakdown Structure

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan Komponen Kritis Pada Kendaraan LUG-03

Pada penelitian ini peneliti berfokus pada komponen yang memiliki dampak signifikan pada setiap proses kegiatan yang ada pada

perusahaan. Metode yang digunakan dalam menentukan komponen kritis yaitu menggunakan metode FMECA. Penentuan berdasarkan nilai RPN pada FMECA yang telah ditentukan.

Tabel 1 Hasil FMECA

No	Equipment	RPN	Critically	Risk Category
1	Accu	192	Very High	Unacceptable
2	Lampu kendaraan	70	Medium	Tolerable
3	Hose	200	Very High	Unacceptable
4	Mesin Mobil	120	High	Tolerable
5	Controller Valve	80	High	Tolerable
6	Ban	300	Critical	Unacceptable
7	Jack	126	High	Tolerable
8	Jack Hydraulic	144	High	Tolerable

Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa 7 komponen yang mengalami kerusakan pada tahun 2019-2020 pada kendaraan LUG-03 terdapat 3 komponen yang memiliki nilai RPN terbesar dan termasuk pada kategori

critical dan very high, diantaranya ban, hose, dan accu. Sehingga berdasarkan nilai RPN dan critically yang didapatkan, maka komponen accu, hose dan ban akan menjadi fokus pada penelitian ini.

B. Penentuan Mean Time to Failure
 Berdasarkan hasil distribusi dan parameter untuk data TTF dari setiap komponen kritis, selanjutnya melakukan perhitungan MTTF.

Perhitungan MTTF dilakukan berdasarkan distribusi yang terpilih pada setiap komponen kritis.

Tabel 2 Perhitungan Nilai MTTF

Komponen	Distribusi	Parameter		$1+(1/\beta)$	Γ	MTTF (Jam)
Ban	Weibull	η	243.221	2.204971713	1.1048	268.7095636
		β	0.8299			
Hose	Weibull	η	1061.83	1.822158825	0.93745	995.4155671
		β	1.21631			
Control Valve	Ekspensial	μ	17099.6			17099.6
		σ	0.23399			
Jack Hydraulic	Weibull	η	9566.71	1.744114058	0.91774	9566.71
		β	1.34388			

C. Penentuan Mean Time to Repair
 Berdasarkan hasil distribusi dan parameter untuk data TTR dari setiap komponen kritis, selanjutnya melakukan perhitungan MTTR.

Perhitungan MTTR dilakukan berdasarkan distribusi yang terpilih pada setiap komponen kritis

Tabel 3 Perhitungan Nilai MTTR

Komponen	Distribusi	Parameter		$1+(1/\beta)$	Γ	MTTR (Jam)
Ban	Weibull	η	1.55741	1.745728838	0.9181	1.42986
		β	1.34097			
Hose	Weibull	η	1.80748	1.530870096	0.88762	1.60435
		β	1.8837			
Controller Valve	normal	μ	3.09			3.09
		σ	0.09			
Jack Hydraulic	normal	μ	7.0322			7.0322
		σ	2.893			

D. RCM Decision Worksheet
 Dalam menentukan *consequence evaluation* dari *failure mode* yang terjadi pada setiap komponen kritis menggunakan *Logic Tree Analysis* (LTA). LTA bertujuan untuk mengklasifikasikan modus kegagalan yang terjadi, terdapat 4 kategori yaitu *Hidden failure* (H) adalah kegagalan tersembunyi dan tidak memiliki dampak langsung tetapi dapat diketahui kerusakannya, *Safety consequence* (S) adalah konsekuensi dari kegagalan yang

terjadi dapat menyakiti atau mengancam jiwa seseorang, *Environment consequence* (E) adalah konsekuensi lingkungan jika menyebabkan pelanggaran terhadap standar lingkungan, *Operational consequence* (O) adalah kegagalan memiliki konsekuensi operasional jika mempengaruhi proses produksi (output, kualitas produk, layanan pelanggan, dan biaya perbaikan langsung).

Tabel 4 RCM Decision Worksheet

<i>RCM Decision Worksheet</i>	<i>Unit or Equipment</i>	Kendaraan Load Luger

Information Reference		Consequence Evaluation				H1	H2	H3	Proposed Maintenance
						S1	S2	S3	
						O1	O2	O3	
Komponen	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	
Ban	Ban Tipis	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Scheduled Discard task
Hose	Selang bocor	Y	N	N	Y	N	N	Y	Scheduled Discard task
	Selang Macet	Y	N	N	Y	Y			Scheduled On-Condition Task
Jack Hydraulic	oli mengental	Y	N	N	Y	N	N	Y	Scheduled Discard Task
Controller Valve	kebocoran pada selang	Y	N	N	Y	Y			Scheduled On Condition Task

E. Penentuan Interval Waktu Pemeliharaan

Penentuan waktu interval pada *scheduled on condition task* didapatkan dari dengan menghitung $\frac{1}{2}$ dari P-F interval setiap komponen kritis. P-F interval dihitung berdasarkan data MTTF pada setiap komponen kritis.

Tabel 5 Interval Waktu Pemeliharaan *Scheduled On-Condition Task*

Scheduled On-Condition Task						
Komponen	Information Reference			P-F Interval	Interval (Jam)	Interval (Pekan)
	F	FF	FM			
Controller valve	1	1	kebocoran pada selang controller	17099.6	8549.80	56
Hose	1	2	selang macet	995.42	497.71	3

Berdasarkan hasil dari RCM *decision worksheet*, komponen yang termasuk dalam *scheduled discard task* adalah *ban* dan *hose*.

Tabel 6 Interval Waktu Pemeliharaan Discard Task Task

Komponen	Information reference			Proposed Maintenance Task	Cf	Cm	η	β	Interval Waktu Pemeliharaan (Jam)	Interval Waktu Pemeliharaan (Pekan)
	F	FF	FM							

Ban	1	1	1	Scheduled Discard Task	Rp7,597,417	Rp1,852,671	243.221	0.829895	373.88	2
Hose	1	1	1	Scheduled Discard Task	Rp 643,810	Rp229,651	1061.83	1.21631	1546.15	10
Jack Hydraulic	1	1	1	Scheduled Discard Task	Rp5,141,720	Rp603,151	9566.71	1.34388	3906.01	25

F. Uncertainty Assessment

Pada RRCM dibutuhkan data *uncertainty assessment* by *expert judgement* dan data historis yang ada pada PT Krakatau Jasa

Logistik. *Uncertainty assessment* untuk fungsi kegagalan yang terjadi pada setiap komponen kritis dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7 RRCM Worksheet

Extended RRCM Worksheet		Unit or Equipment							Kendaraan Load Luger				
Information Reference		Consequence Evaluation					H1	H2	H3	Uncertainty Assessment			Proposed Maintenance
							S1	S2	S3				
							O1	O2	O3				
Komponen	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	Degree of Uncertainty	Degree of Sensitivity	Degree of Importance		
Ban	Ban robek	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	L / M	L / M	L / M	Scheduled Discard task	
Hose	Selang bocor	Y	N	N	Y	N	N	Y	L / M	L / M	L / M	Scheduled Discard task	
	Selang Macet	Y	N	N	Y	Y			L / M	L / M	L / M	Scheduled On-Condition Task	
Jack Hydraulic	oli mengental	Y	N	N	Y	N	N	Y	L / M	L / M	L / M	Scheduled Discard Task	
Controller Valve	kebocoran pada selang	Y	N	N	Y	Y			L / M	L / M	L / M	Scheduled On Condition Task	

G. Perhitungan Total Biaya Maintenance
 Hasil yang diperoleh dari *proposed maintenance task* dengan interval yang dilakukan sebelumnya dengan melalui pengukuran kualitatif pada metode RRCM,

lalu diperlukannya memperhitungkan biaya *maintenance* usulan. Perhitungan untuk biaya *maintenance* eksisting pada kendaraan LUG-03 dibandingkan dengan perhitungan biaya *maintenance* usulan

Tabel 8 Perbandingan Total Biaya Maintenance Eksisting dan Usulan

Komponen	Total Biaya Maintenance Eksisting	Total Biaya Maintenance Usulan
Ban	Rp242,639,912	Rp181,979,934

Hose	Rp6,606,076	Rp6,808,048
Controller Valve	Rp7,352,383	Rp6,810,788
Jack Hydraulic	Rp10,283,440	Rp10,425,572
Total	Rp266,881,812	Rp206,024,342

Pada Tabel 8 tertera bahwa total untuk biaya *maintenance* usulan yaitu Rp168,898,464 sedangkan total untuk biaya *maintenance* eksisting yaitu Rp272,255,026. Dengan demikian, nilai biaya *maintenance* usulan lebih rendah sekitar Rp103,356,562 dibanding dari biaya *maintenance* eksisting yang dapat menghemat pengeluaran pada biaya *maintenance* sekitar 38% pada perusahaan.

H. Perancangan Sistem Terintegrasi
Komponen yang berlaku untuk sistem terintegrasi yang diimplementasikan pada objek penelitian ini terdiri dari *people*, *equipment*, dan *information*. Dari tiga komponen tersebut memiliki pengaruh dalam kegiatan pemeliharaan. Berikut fungsi pada setiap komponen yang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Komponen Sistem Terintegrasi

Komponen Sistem Terintegrasi	Fungsi
<i>People</i>	Man/teknisi mempunyai tanggung jawab dalam melakukan pemeliharaan kendaraan seperti melakukan <i>schedule on condition task</i> dan <i>scheduled discard task</i> untuk meminimalisir waktu henti dari kerusakan dan mengurangi pengeluaran biaya yang berlebih oleh perusahaan.
<i>Equipment</i>	Objek penelitian pada Tugas Akhir ini yaitu LUG-03 yang memiliki frekuensi kerusakan tertinggi berdasarkan data kerusakan tahun 2019 dan 2020. Maka perlu adanya pemeliharaan optimal agar kendaraan dapat berjalan sesuai fungsinya.
<i>Information</i>	Informasi yang dibutuhkan berupa data kerusakan mesin, data TTF dan data TTR yang digunakan sebagai dasar untuk mengetahui tindakan pemeliharaan dan perbaikan, serta menjadi acuan rekomendasi dalam mengambil keputusan. Informasi yang didapatkan berupa <i>maintenance task</i> dan interval waktu pemeliharaan.

V. KESIMPULAN

Melalui pengukuran kualitatif dengan metode RRCM sehingga diperoleh 5 *Proposed maintenance task* yang terdiri 2 *scheduled on-condition task* serta 3 *scheduled discard task*. Interval waktu pengecekan berskala pada komponen controller valve selama 56 pekan sekali dan pengecekan berskala pada komponen hose selama 3 pekan sekali, sedangkan pada komponen ban pergantian komponen dilakukan sebanyak 2 pekan sekali, pergantian komponen hose sebanyak 10 pekan sekali, dan komponen jack hydraulic sebanyak 25 pekan sekali. Dengan ini dapat dijadikan landasan sebagai usulan untuk kebijakan *maintenance* pada komponen kritis kendaraan LUG-03. Total pengeluaran untuk biaya *maintenance* usulan yang berdasarkan dengan *proposed maintenance task* serta interval waktu yaitu Rp206,024,342 memiliki selisih senilai Rp60,857,470 dari nilai biaya *maintenance* eksisting yaitu Rp266,881,812. Perbandingan dari total biaya pemeliharaan eksisting dan

usulan didapatkan bahwa perusahaan dapat menghemat biaya pemeliharaan sebesar 23%.

REFERENSI

- [1] Manzini, R., Regattieri, A., Pham, H., & Ferrari, E. (2010). *Maintenance for industrial System*. Springer-Verlag London .
- [2] Selvik, J. T., & Aven, T. (2011). A framework for reliability and risk centered maintenance. *Reliability Engineering and System Safety*, 96(2), 324–331.
- [3] Peng, K. (2016). *Equipment Management in the Post-Maintenance Era*. In *Equipment Management in the Post-Maintenance Era*.
- [4] Yssaad, B., Khiat, M., & Chaker, A. (2014). Reliability centered maintenance optimization for power distribution systems. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 55, 108–115.

