

PERANCANGAN KEBIJAKAN PENGENDALIAN PERSEDIAAN SUKU CADANG KRITIS LOKOMOTIF GE C18MMi MENGGUNAKAN METODE *CONTINUOUS REVIEW (s,Q)* DENGAN MEMPERTIMBANGKAN KETIDAKPASTIAN *FAILURE OCCURENCE* UNTUK MENINGKATKAN *SERVICE LEVEL* PADA UNIT PELAKSANA TEKNIS DEPO LOKOMOTIF SARANA DAERAH OPERASI VI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

DESIGN OF STOCK CONTROL POLICY FOR CRITICAL SPARE PARTS OF LOCOMOTIVE GE C18Mmi ENGINE USING CONTINUOUS REVIEW (s,Q) METHOD WITH CONSIDER TO UNCERTAINTY FAILURE OCCURENCE TO INCREASE THE SERVICE LEVEL AT UPT DEPO LOKOMOTIF SARANA DAERAH OPERASI VI SPECIAL REGENCY YOGYAKARTA

Waskito Radar Wicaksono¹, Ari Yanuar Ridwan², Budi santosa³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University Bandung

¹waskitoradarwicakson@student.telkomuniveristv.ac.id, ²arivanuar@telkomuniversity.ac.id, ³budisantosa@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

UPT Depo Lokomotif Yogyakarta adalah sebuah tempat perawatan dan perbaikan mesin lokomotif yang merupakan bagian dari unit usaha PT Kereta Api Indonesia (Persero) Daerah Operasi VI Yogyakarta. Semenjak 2018, UPT Depo Lokomotif selalu mengalami keterlambatan dalam proses perbaikan mesin lokomotif GE C18Mmi mengakibatkan lamanya durasi waktu mesin untuk berhenti (*downtime*), yang mana kejadian ini diakibatkan dari ketidak ketersediaan suku cadang pada ruang persediaan (*stock room*). Salah satu penyebabnya ialah akibat dari ketidakpastian dari waktu kejadian gangguan untuk kehandalan (*Failure Occurrence*) mesin lokomotif GE C18Mmi dalam melayani operasi perjalan penumpang. Lamanya durasi gangguan kerusakan mesin dapat menyebabkan keterlambatan perjalanan penumpang pada stasiun kereta. Oleh sebab itu, diperlukanlah perancangan kebijakan untuk pasokan suku cadang mesin lokomotif GE C18Mmi menggunakan sistem kebijakan pengendalian persediaan *Continuous Review (s,Q)* dengan distribusi data permintaan diskrit berdistribusi *poisson* dapat meningkatkan *service level* sebesar 16.467 % dari kondisi awal.

Kata Kunci: *Failure Occurrence*, Permintaan Diskrit, *Continuous Review (s,Q)*, *Sevice Level*

Abstract

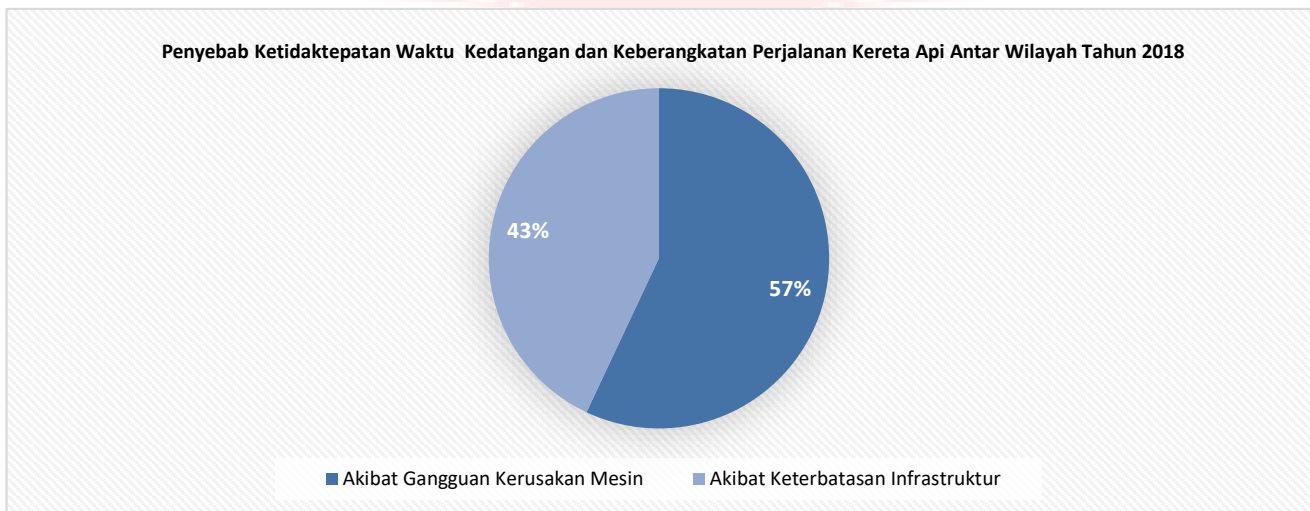
UPT Depo Lokomotif Yogyakarta is a place to carry out maintenace, and minor repair of locomotive engines which is part of PT Kereta Api Indonesia (Persero) Daerah Operasi VI Yogyakarta. During 2018, UPT Depo Lokomotif Yogyakarta always experienced delays in the downtime of of the GE C18Mmi locomotive engine repair due unavailability of parts in the stockroom. One of the cause is the uncertainty of *Failure Occurrence* for realibility GE C18Mmi locomotive engine from passenger travel services operations. The downtime can hinder the arrival time of passengers at the railway station. Therefore, it is necessary to design of policy to supply GE C18Mmi locomotive engine parts, especially critical parts to determine the optimum service level, Re-order point, and order quantity. Thust the stockout problem due to uncertainty in failure occurrence can be minimized so that it can be increase cummulative service level. This study a critical parts, part of GE C18Mmi locomotive engine parts, stock control policy using the *Continuous Review (s,Q)* method with *poisson* distribution in modeling discrete demand can increase the service level by 16.467 % from eksisting condition.

Keyword: *Continuous Review (s,Q)*, *Failure Occurrence*, *Locomotive GE C18MMi*, *Sevice Level*, *Suku Cadang Kritis*

1. Pendahuluan

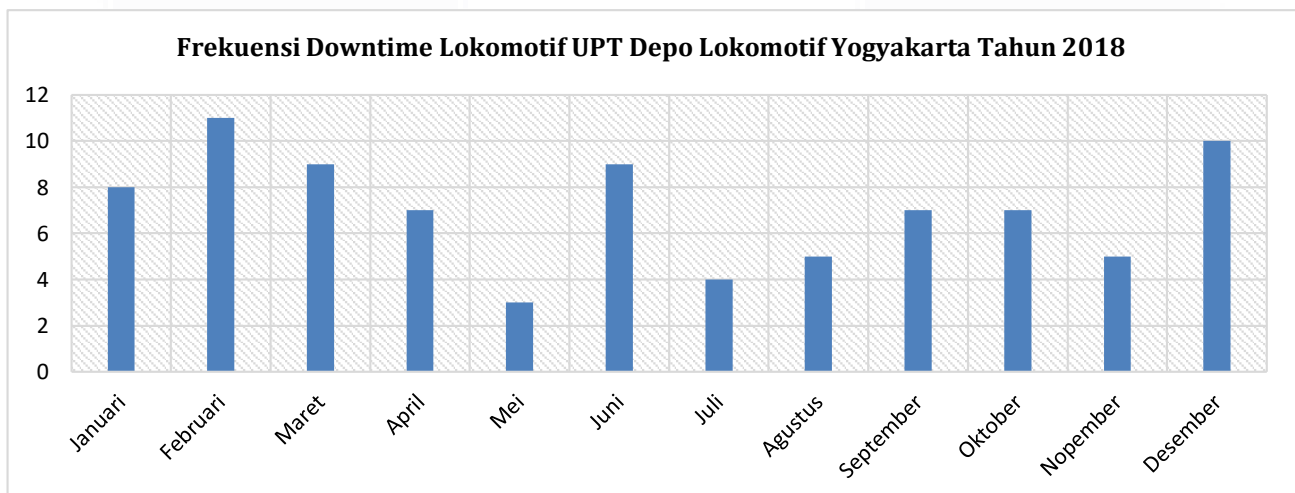
Unit Pelaksana Teknis (UPT) Depo Lokomotif Yogyakarta adalah unit usaha PT. Kereta Api Indonesia berlokasi di Kota Yogyakarta yang bertugas untuk memberikan layanan teknis perawatan dan perbaikan ringan lokomotif untuk wilayah sarana Daerah Operasi (DAOP) VI YK.

Unit Pelaksana Teknis (UPT) Depo Lokomotif Yogyakarta memiliki keistimewaan khusus untuk menangani Perbaikan ringan Lokomotif CC 204 yang hanya ada 7 dipulau Jawa ini, pentingnya dalam menjamin keberlangsungan operasi layanan perjalanan kereta api. Layanan teknis perbaikan ringan inilah yang bertanggung jawab atas kelancaran operasi layanan transportasi PT. Kereta Api Indonesia dalam menjaga ketepatan waktu kedatangan dan keberangkatan dari perjalanan kereta api dipulau Jawa dalam memberikan kenyamanan perjalanan kereta bagi penumpang. Adapun penyebab-penyebab yang menimbulkan ketidaktepatan waktu ini disebabkan oleh dua faktor yaitu : akibat dari gangguan kerusakan pada mesin lokomotif dan proses penjadwalan ulang perjalanan kereta api tidak menentu, akibat keterbatasan infrastruktur pada kondisi jalur *single to double track* pada operasi layanan perjalanan kereta antar wilayah pada tahun 2018. Berikut persentase penyebab-penyebab ketidaktepatan waktu kedatangan dan keberangkatan dari perjalanan antar wilayah yang terlihat pada gambar 1.1 selama kurun waktu periode 2018.



Gambar 1.1 Penyebab Ketidaktepatan Waktu Kedatangan dan Keberangkatan Perjalanan Kereta Api Antar Wilayah Tahun 2018
(Sumber Data Historis DAOP VI YK)

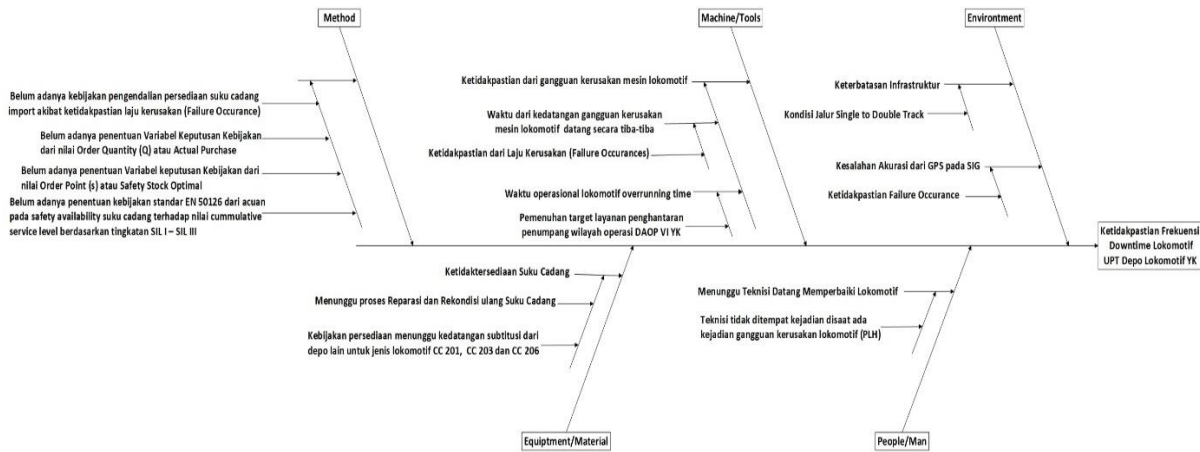
Oleh karenanya, menurut (Sithie & Ridwan, 2016) dijelaskan bahwa salah satu dari permasalahan ketidaktepatan waktu kedatangan dan keberangkatan dari operasi layanan perjalanan kereta api diakibatkan oleh gangguan kerusakan mesin ini dipengaruhi oleh frekuensi *downtime* lokomotif yang tidak pasti. Terlihat pada gambar 1.2 durasi *downtime* lokomotif 2018 pada UPT Depo Lokomotif Yogyakarta selama kurun waktu periode 2018.



gambar 1. 2 Frekuensi Downtime lokomotif di UPT Depo Loomotif Yogyakarta 2018

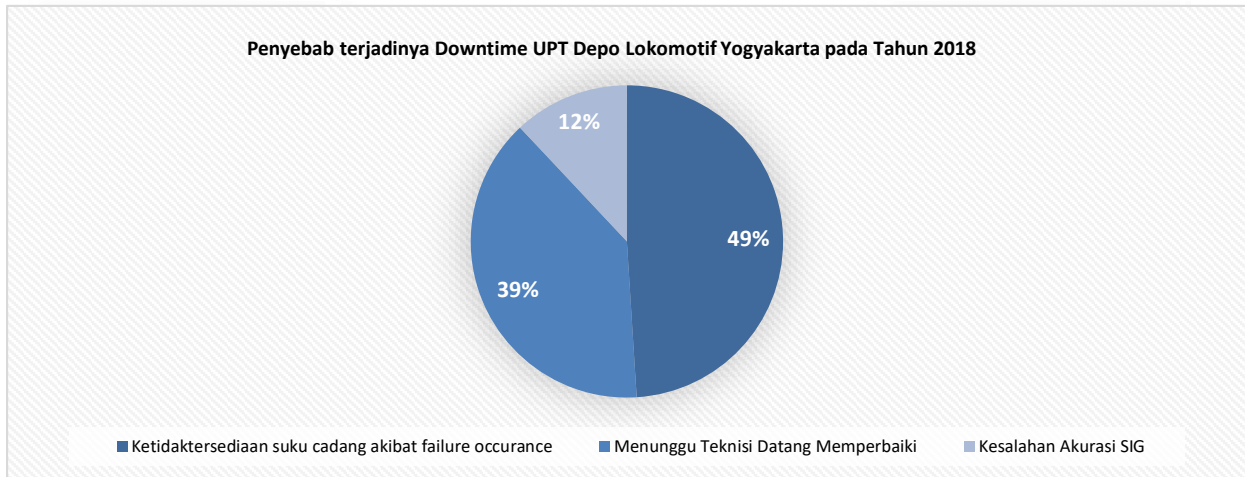
(Sumber Data Historis DAOP VI YK)

Berdasarkan dari data-data yang telah dikumpulkan dari UPT Depo Lokomotif Yogyakarta, dapat ditarik kesimpulan bahwa *cause effect* terjadinya *downtime* perjalanan lokomotif di wilayah DAOP VI YK yang tidak pasti disebabkan oleh beberapa faktor *cause effect* yang telah direpresentasikan kedalam diagram tulang ikan (*fishbone*). Berikut faktor-faktor penyebab ketidakpastian terjadinya *downtime* pada UPT Depo Lokomotif Yogyakarta ditunjukkan pada diagram tulang ikan (*fishbone*) pada gambar 1.3.



gambar 1. 3 Root Cause ketidakpastian frekuensi Downtime lokomotif UPT Depo Lokomotif Yogyakarta

Berdasarkan diagram tulang ikan (fishbone) diatas terdapat three keys cause effect yang memberikan dampak signifikan terhadap terjadinya ketidakpastian frekuensi downtime lokomotif yaitu : ketidakterersediaan suku cadang kritis akibat ketidakpastian Failure Occurence, menunggu teknisi datang untuk memperbaiki lokomotif yang secara tiba-tiba rusak, dan kesalahan akurasi Sistem Informasi Geografis dalam melacak keberadaan lokasi lokomotif menyebabkan agenda jadwal perjalanan Kereta Api menjadi terganggu. Berikut persentase dari faktor penyebab terjadinya downtime UPT Depo Lokomotif Yogyakarta pada tahun 2018 ditunjukkan pada gambar 1.4 sebagai :



Gambar 1. 4 Penyebab Downtime UPT Depo Lokomotif Yogyakarta pada tahun 2018 (Sumber Data Historis DAOP VI YK)

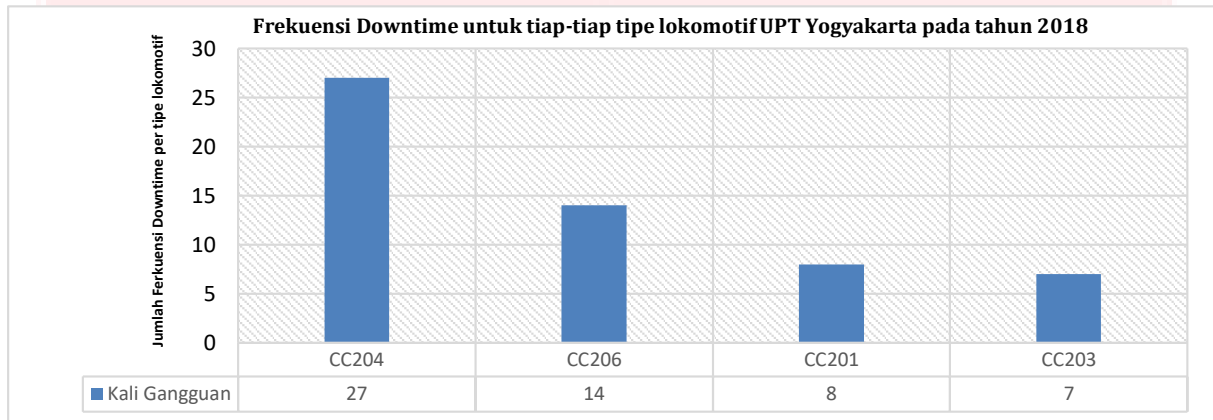
Merujuk pada gambar 1.4 maka didapatkan informasi bahwa faktor penyebab utama dari downtime atau waktu tinggal lokomotif disebabkan oleh faktor ketidakterersediaan suku cadang kritis, Hal ini mengindikasikan bahwa aktivitas perencanaan pengendalian suku cadang kritis yang belum baik pada Unit Pelaksana Teknis Depo Lokomotif Daerah Operasi VI Yogyakarta. Dimana pada perusahaan tersebut terdapat beberapa permasalahan pengendalian persediaan yaitu dengan adanya fenomena pada persediaan suku cadang lokomotif kereta api, khususnya suku cadang kritis. Fenomena yang terjadi adalah fenomena stockout dan overstock. Terlihat pada gambar 1.5 menunjukkan sampel data stok dan permintaan penggantian aktual suku cadang kritis Unit Pelaksana Teknis Depo Lokomotif Daerah Operasi VI Yogyakarta pada tahun 2018 ada yang mengalami fenomena stockout dan overstock.



gambar 1. 5 Fenomena Stockout dan Overstock Suku Cadang Kritis UPT Depo Lokomotif Yogyakarta 2018

(Sumber Data Historis DAOP VI YK)

Signifikansi selisih jumlah suku cadang kritis di UPT Depo Lokomotif Yogyakarta yang tersedia di ruang stok suku cadang dengan penggantian aktual suku cadang menyebabkan fenomena *stockout* dan *overstock*. Dengan adanya fenomena *overstock* akan menyebabkan tingginya biaya penyimpanan di ruang stok suku cadang UPT Depo Lokomotif Yogyakarta. Sebaliknya jika terjadi *stockout* menyebabkan semakin tingginya *downtime* yang dapat menyebabkan jadwal keberangkatan dan kedatangan kereta api terganggu akibat lokomotif yang akan digunakan dalam operasi layanan perjalanan kereta tidak dapat digunakan. Adapun frekuensi *downtime* dari lokomotif untuk tiap tipe memiliki variasi yang berbeda-beda, terlihat grafik perbedaan frekuensi *downtime* pada gambar 1.6 berikut ini :



gambar 1.6 Frekuensi Downtime untuk per tipe lokomotif UPT Depo Lokomotif Yogyakarta

(Sumber Data Historis DAOP VI)

Dari gambar 1.6 didapatkan informasi bahwa tipe lokomotif CC 204 yang mana memiliki nama lain sebagai peralatan transportasi lokomotif GE C18MMi merupakan *key activities transportation equipment* yang sering mengalami frekuensi *downtime*. Hal ini mengindikasikan bahwa faktor ketidakterersediaan suku cadang kritis merupakan permasalahan utama yang menyebabkan ketepatan waktu keberangkatan dan kedatangan perjalanan kereta api mengalami permasalahan didalam proses operasi layanan perjalanan kereta api UPT Depo Lokomotif Yogyakarta. Dimana lokomotif GE C18MMi secara khusus hanya ditangani oleh UPT Depo Lokomotif Yogyakarta.

2. Dasar Teori

2.1. Sistem Manajemen Suku cadang

Sistem Manajemen Suku cadang (SMS) merupakan aktivitas kegiatan untuk melakukan pengawasan dan pengendalian operasional persediaan meliputi kebijakan (*policies*), prosedur, panduan dan alat-alat yang harus diatur strategi pengelolaan secara optimal dalam rentang waktu jangka panjang agar dapat menjadi asset intangible (*supporting*) tujuannya untuk merencanakan dan merancang sistem (Huiskonen, 2018).

2.2. Risk Priority Number

Risk Priority Number adalah salah satu metode untuk menentukan *critically* dari suatu sistem. Klasifikasi *criticality* dibutuhkan sebab tidak semua *equipment* atau mesin memiliki *level* kekritisan yang sama. Dampak yang diakibatkan dari gangguan tersebut juga berbeda risikonya. Selain itu, dengan mengklasifikasi *criticality* dari suatu komponen, perusahaan dapat menentukan strategi *maintenance* yang akan digunakan

Perhitungan *Risk Priority Number* berlandaskan pada nilai *severity*, *occurrence* dan *detection* dimana faktor-faktor tersebut dikalikan dan akan didapatkan nilai prioritas dimana nilai komponen yang paling besar akan membutuhkan perhatian yang khusus karena memiliki tingkat *criticality* tertinggi.

RPN dikomputasi dengan cara mengalikan nilai dari *severity*, *occurrence*, dan *detection* lalu semakin tinggi nilai RPN maka sistem semakin kritis dan memiliki pengaruh besar terhadap proses operasi layanan.

Adapun pengertian dari *severity*, *occurrence*, dan *detection* [13] sebagai :

1. *Severity* adalah tingkat efek yang akan ditimbulkan dari gangguan. Skala nilai *severity* antara 1-10 dimana nilai sepuluh memiliki dampak yang sangat besar.
2. *Occurance* menunjukkan seberapa sering gangguan akan muncul. Skala nilai *occurrence* antara 1-10 ketika nilai menunjukkan angka sepuluh maka gangguan sering terjadi.
3. *Detection* menunjukkan kemungkinan deteksi gangguan sebelum gangguan tersebut muncul. Skala nilai *detection* antara 1-10 ketika nilai menunjukkan angka sepuluh maka pendeteksian gangguan selalu tidak mampu dilakukan.

$$RPN = Severity \times Occurance \times Detection$$

2.3. Biaya Persediaan

Biaya persediaan memiliki beberapa komponen persediaan yaitu :

1. Biaya Pembelian Mayor
2. Biaya Pembelian Minor
3. Biaya fraksi penyimpanan

2.4. Failure Occurrence

Failure Occurrence dapat menjadi faktor pertimbangan dalam pengambilan kebijakan persediaan suku cadang kritis dengan memperhatikan faktor rata-rata gangguan yang terjadi pada sistem. Tingkat *Failure Occurrence* berdasarkan metode *sakon wongmong kolrit* didapatkan dari rumus sebagai berikut [21].

$$\theta = \frac{MTBF}{k} \quad (1)$$

Dimana:

- θ : Rata-rata gangguan sistem (*Failure Occurrence*)
 k : Komponen identik sejumlah k dalam sistem

2.5. Metode Continous Review (s,Q)

Penentuan *Order Point* (s^*) dan *Optimal Order Quantity* (Q) dari kebijakan usulan pada bahan baku menggunakan metode *Continous Review (s,Q)*, Langkah menentukan s^* dan Q yaitu [21].

1. Penentuan *discreate demand* tahunan setiap bahan baku menggunakan persamaan :

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}$$

$$D = mk\lambda = \frac{m}{\theta} \quad (2)$$

2. Penentuan *Economic Order Quantity* (EOQ) menggunakan persamaan:

$$Q = \sqrt{\frac{2Smk\lambda}{CI}} \quad (3)$$

3. Penentuan *Optimal Lot Size Purchase* untuk setiap bahan baku menggunakan persamaan :

$$n = \sqrt{\frac{2Sk}{CI_m MTBF}} \quad (4)$$

4. Perhitungan biaya pesan menggunakan persamaan:

$$TC_{Ordering} = S \left(\frac{k}{n} \right) \quad (5)$$

5. Perhitungan biaya simpan menggunakan persamaan :

$$TC_{Holding} = CI_m \left(\frac{n-1}{2} \right) MTBF \quad (6)$$

6. Perhitungan total biaya persediaan untuk semua suku cadang kritis menggunakan persamaan :

$$TC_{EOQ} = S \left(\frac{k}{n} \right) + CI_m \left(\frac{n-1}{2} \right) MTBF \quad (7)$$

Selanjutnya penentuan *Probability Occurance* $P(x)$ dan *Reorder Point* (s) menggunakan persamaan :

1. Penentuan *Probability Occurance* $P(x)$ atau *Service Level* untuk setiap bahan baku menggunakan persamaan :

$$P_x(t = L) = \frac{(\lambda s L)^x}{x!} e^{-\lambda s L} \quad (8)$$

2. Penentuan *Re-order Point* (s) = *Safety Stock* (SS) untuk setiap bahan baku menggunakan persamaan :

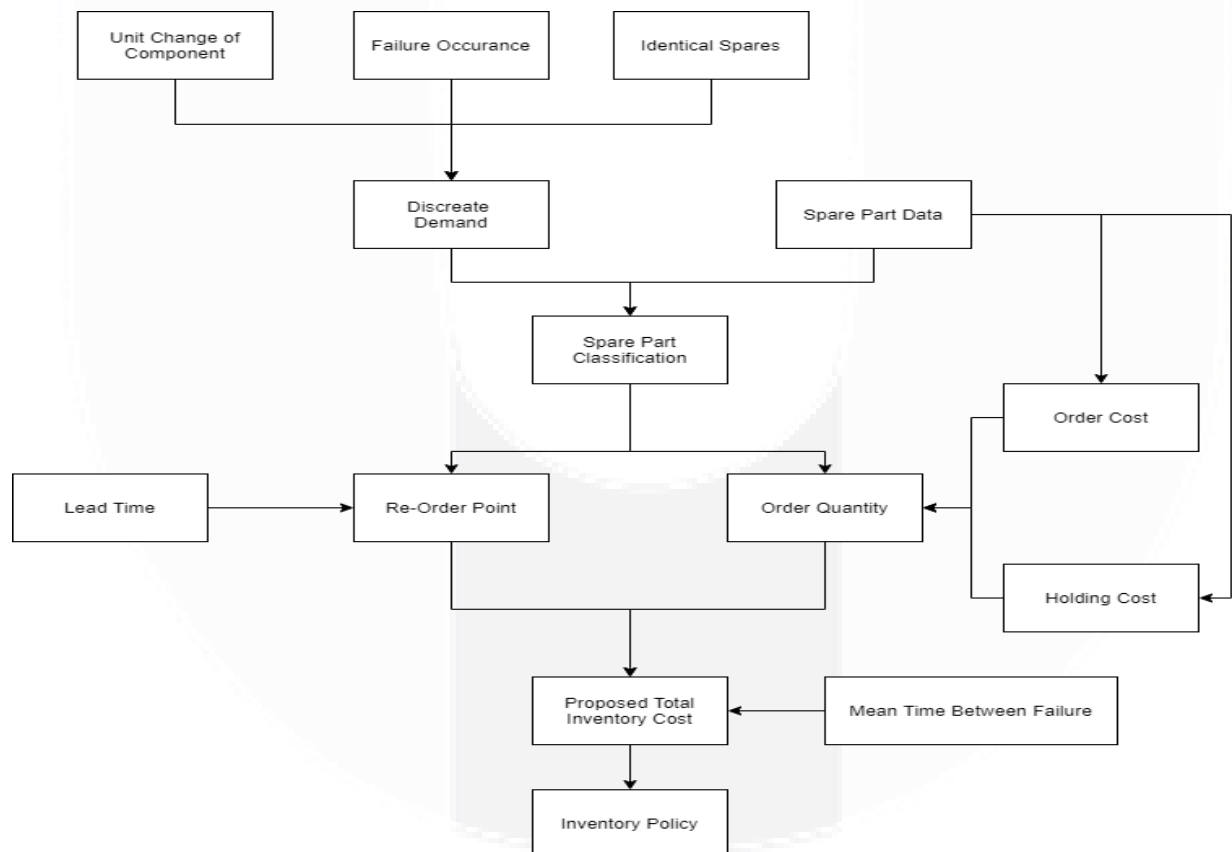
$$s = SS = \left(1 + \left(P_x(t = L) = \frac{(\lambda s L)^x}{x!} e^{-\lambda s L} \right) \right) \quad (9)$$

Dimana:

- k : Suku cadang identik di sistem
- m : Unit Penggantian suku cadang secara bersamaan
- λ s : *Failure Rate System*
- θ : *Failure Occurence*
- n : Jumlah optimal lotsize purchasing
- S : Biaya pesan yang berkaitan dengan masing-masing suku cadang
- I : Fraksi Biaya Simpan
- Q : *Order Quantity*
- TC_{ord} : Biaya pesan
- MTBF : *Jumlah rata-rata gangguan system*
- TC_{Hol} : Biaya simpan
- TC : Total biaya persediaan
- SS : *Safety stock*
- S^* : *Re-order point*
- D : Nilai permintaan diskrit konstan per periode
- C : Unit Harga Satuan Suku Cadang
- L : Rata-rata *lead time* dalam periode
- e : Bilangan euler
- x : Percobaan *trial error* pada kemungkinan jumlah gangguan kerusakan yang akan terjadi

2.6. Model Konseptual

Model konseptual merupakan kerangka pemikiran yang menggambarkan model dan tahapan untuk mempermudah peneliti dalam pelaksanaan penelitian. Berikut merupakan model konseptual yang mendasari pelaksanaan penelitian ini. Data input pada penelitian ini adalah data waktu kedatangan gangguan lokomotif selama periode tahun 2018-2019, unit penggantian suku cadang, suku cadang identik dalam sistem, data *lead time* setiap suku cadang, harga satuan suku cadang, *failure rate system*, ongkos simpan, dan ongkos pesan.



Gambar 2.1 Model Konseptual

3. Hasil dan Analisis

3.1. Hasil

Suku cadang memiliki *discrete demand* dan ketidak pastian gangguan masing-masing. Hasil dari uji distribusi terhadap *discrete demand* menghasilkan bahwa *discrete demand* berdistribusi *poisson*. Penentuan *Re-Order Point* (s^*) dan *Order Quantity* (Q) untuk kebijakan persediaan usulan menggunakan metode *Continuous Review* (s, Q) adalah sebagai berikut :

<i>Material Number Spare Part</i>	: 100007487
Unit Penggantian Suku Cadang (m)	: 5 unit
Suku Cadang Identik dalam sistem (k)	: 1 unit
<i>Mean Time Between to Failure</i> (MTBF)	: 0.15 Year
Harga per unit Suku Cadang (C)	: \$ 1.26
Fraksi biaya simpan (I)	: 0.03 %
Biaya pesan per pesan (S)	: \$ 3.13

Penentuan s^* dan Q adalah sebagai berikut :

Step 1: Perhitungan *Failure Occurrence*

$$\theta = \frac{MTBF}{k} = \frac{0.15}{1} = 0.15 \text{ year/unit}$$

Step 2: Perhitungan *discrete demand* tahunan

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} = \frac{1}{0.15} = 6.57/ \text{ year}$$

$$D = mk\lambda = 5 \text{ unit} \times 1 \text{ unit} \times 6.57/\text{year} = 33 \text{ Unit/year}$$

Total *discrete demand* tahunan = 33 unit/year

Step 3: Penentuan *Order Quantity* (Q)

$$Q = \sqrt{\frac{2Smk\lambda}{CI}} = \sqrt{\frac{2 \times \$3.13 \times 5 \times 1 \times 6.57}{\$1.26 \times 0.03}} = 73.75 \text{ unit/year} \approx 74 \text{ unit/year}$$

Total *Order Quantity* = 74 unit/year

Step 4: Penentuan *Order Size* (n)

$$n = \sqrt{\frac{2Sk}{CI m MTBF}} = \sqrt{\frac{2 \times \$3.13 \times 1}{\$1.26 \times 0.03 \times 5 \times 0.15}} = 14.73 \text{ unit/pesan}$$

Total *Order Size* (n) = 15 unit/pesan

Step 5: Perhitungan Biaya Pesan

$$TC_{Ordering} = S \left(\frac{k}{n} \right) = \$ 3.13 \times \left(\frac{1}{14.73} \right) = \$ 0.21/\text{unit}$$

Step 6: Perhitungan Biaya Simpan

$$TC_{Holding} = CI m \left(\frac{n-1}{2} \right) MTBF = \$ 1.26 \times 0.03 \times 5 \times \left(\frac{14.73-1}{2} \right) \times 0.15 = \$ 0.20/\text{unit}$$

Step 7: Perhitungan total biaya persediaan

$$TC = TC_{Ordering} + TC_{Holding}$$

$$TC = \$ 0.21 + \$ 0.20$$

$$TC = \$ 0.41/\text{unit}$$

Step 8: Percobaan *Probability Occurrence* $P(x)$

Selanjutnya penentuan percobaan *Probability Occurrence* $P(x)$ atau *Service Level* dan *Re-Order Point* (s) = *Safety Stock* untuk menentukan kebijakan persediaan usulan :

$$L = 10 \text{ hari} = 240 \text{ Jam}$$

e = 2,718281828

$$P_x(t = L) = \frac{(\lambda sL)^x}{x!} e^{-\lambda sL}$$

Pertama dilakukan percobaan uji coba untuk jumlah kejadian gangguan ketika bernilai sama dengan nol , maka kita akan dapatkan nilai *Probability Occurrence P(0)* atau *Service Level* sebesar :

$$P_0(t = 240) = \frac{(0,000749843994956849 \times 240)^0}{0!} \times 2,718281828^{-0,000749843994956849 \times 240} = 0,835301485549814$$

Maka akan didapatkan nilai jumlah *cummulative service level* sebesar 0 + 0,835301485549814 = 83,53 %

Kedua dilakukan percobaan uji coba untuk jumlah kejadian gangguan ketika bernilai sama dengan satu , maka kita akan dapatkan nilai *Probability Occurrence P(1)* atau *Service Level* sebesar :

$$P_1(t = 240) = \frac{(0,000749843994956849 \times 240)^1}{1!} \times 2,718281828^{-0,000749843994956849 \times 240} = 0,1503229927003$$

Maka akan didapatkan nilai jumlah *cummulative service level* sebesar 0,835301485549814 + 0,15032299 = 98,56 %

Ketiga dilakukan percobaan uji coba untuk jumlah kejadian gangguan ketika bernilai sama dengan dua , maka kita akan dapatkan nilai *Probability Occurrence P(1)* atau *Service Level* sebesar :

$$P_2(t = 240) = \frac{(0,000749843994956849 \times 240)^2}{2!} \times 2,718281828^{-0,000749843994956849 \times 240} = 0,0135262552056346$$

Maka akan didapatkan nilai jumlah *cummulative service level* sebesar 0,985624478250149 + 0,01352625 = 99,92 %

Keempat dilakukan percobaan uji coba untuk jumlah kejadian gangguan ketika bernilai sama dengan tiga , maka kita akan dapatkan nilai *Probability Occurrence P(1)* atau *Service Level* sebesar :

$$P_3(t = 240) = \frac{(0,000749843994956849 \times 240)^3}{3!} \times 2,718281828^{-0,000749843994956849 \times 240} = 0,0008114$$

Maka akan didapatkan nilai jumlah *cummulative service level* sebesar 0,99915073345578 + 0,0008114 = 99,997 %

Setelah ditemukannya nilai *failire occurance* atau kemungkinan jumlah gannguan dari percobaan *trial errorr* dengan indeks *probability cummulative service level* terbesar maka dipilihlah nilai jumlah gangguan tersebut untuk ditambahkan dengan satu akan menghasilkan nilai jumlah kumulatif kebijakan *Re-order point (S*)* atau *safety stock (SS)* terpilih pada UPT Depo Lokomotif Yogyakarta, sebagai berikut :

$$s^* = SS = \left(1 + \left(P_x(t = L) = \frac{(\lambda sL)^x}{x!} e^{-\lambda sL} \right) \right) = 1 + 3 = 4 \text{ unit/tahun}$$

Sehingga berdasarkan hasil percobaan *trial error* pada *poison proces* didapatkan nilai *probability cummulative service level* terbesar yaitu 99,994% ini dipilih, berdasarkan acuan standar EN 50126 pada tingkat *safety availability* SIL 3. Dimana konidisi nilai min *service level* yang ditetapkan oleh perusahaan harus memenuhi nilai > 99,99% .untuk menemukan nilai kebijakan jumlah kumulatif *safety stock* terbaik adalah ketika jumlah nilai *saety stock* atau *Re-order point (S*)* sama dengan 3 + 1 = 4 unit suku cadang 100007487.

Berikut tabel 3.1 adalah hasil komputasi dari percobaan *Probability Occurance P(x)* yang dilakukan :

Material Number	Failure Occurences System (Hours)	Number of Failure Occurences During Leadtime	Leadtime (Hours)	Probability of Occurence			Probability Availability	Service Level (%)	Safety Stock Policy (Units)
				$\frac{(\lambda sL)^x}{x!}$	$e^{-\lambda sL}$	P_x			
100007487	0,00074	0	240	1	0,835301	0,83530	0,8353	83,53%	1
		1		0,179963		0,150322993	0,9856	98,56%	2
		2		0,016193		0,013526255	0,9992	99,92%	3
		3		0,000971		0,000811406	0,9997	99,994 %	4

Tabel 3. 1 Hasil Komputasi Percobaan *Probability Occurence P(x)* suku cadang 10000748

3.2. Analisis

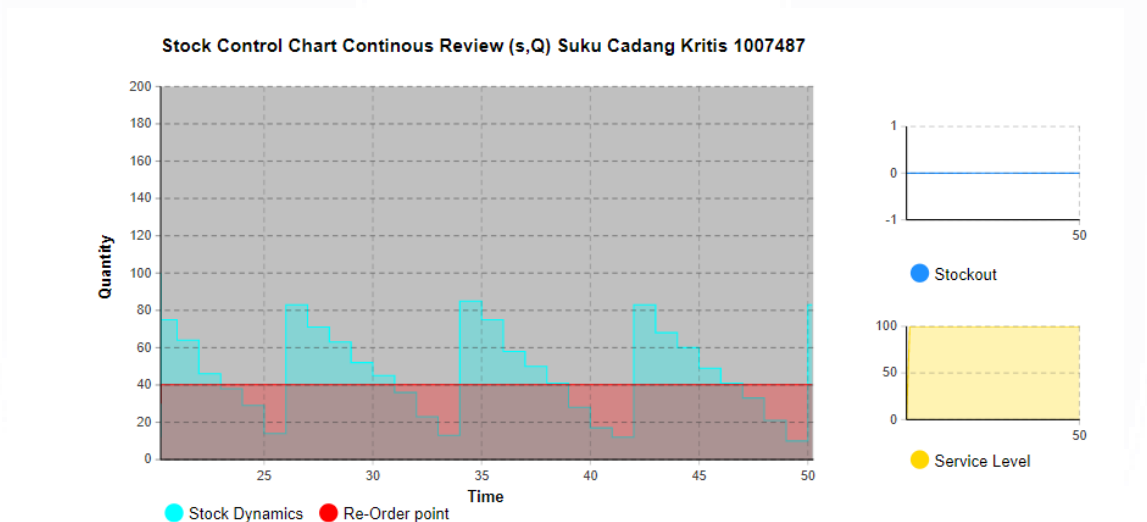
Komponen total biaya persediaan meliputi biaya simpan, biaya pesan, dan biaya deteriorasi. Namun perbandingan dilakukan pada biaya simpan dan biaya pesan saja karena biaya deteriorasi merupakan biaya yang digunakan untuk mendapatkan total biaya persediaan usulan dimana biaya deoteoritation telah diasuransikan kepada pihak MSA. Perbandingan biaya persediaan dilakukan dengan membandingkan biaya persediaan aktual dengan usulan.

Tabel 3.2 Perbandingan Total Biaya Persediaan Aktual dan Usulan

Komponen Biaya	Aktual	Usulan
Biaya Pesan	\$ 0.18	\$ 0.21
Biaya Simpan	\$ 0.15	\$ 0.20
<i>Service Level</i>	83.53 %	99.994 %
Total Biaya Persediaan	0.33	\$ 0.41
<i>% Increase Service Level</i>	16.467 %	

Tabel diatas menunjukkan bahwa Total Biaya persediaan mengalami peningkatan sebab penelitian ini memiliki *framework* untuk menaikkan nilai dari *cumulative service level* sebesar 16.467 %. Peningkatan *Cumulative Service Level* ini adalah hasil untuk menjaga tingkat ketersediaan suku cadang kritis. Jumlah ukuran kuantitas untuk melakukan pemesanan sudah ditentukan dengan metode *Continuous Review (s,Q)*, pemesanan bahan baku dilakukan secara ukuran *actual purchase* yang memiliki nilai sama dengan *Order Quantity (Q)*. Hal ini mengakibatkan total biaya persediaan usulan lebih besar dibandingkan kondisi aktual, demi menjaga kelancaran operasi layanan perjalanan kereta api tetap beroperasi.

Analisis *Stock Control Chart* dimana jumlah *Re-order point (s*)* dan *Order Quantity (Q)* merupakan parameter yang memengaruhi nilai perubahan dari pergerakan total biaya persediaan terhadap kondisi waktu periode. Jika data tidak menunjukkan perubahan pada total biaya persediaan maka dapat dikatakan parameter tersebut tidak sensitif dan begitu juga sebaliknya. Parameter yang digunakan dalam analisis pergerakan persediaan diantaranya ialah data total *discrete demand*, biaya simpan, biaya pesan, dan *Probability of Failure Occurence* dan *Cumulative Service Level*. Dimana pada penelitian ini memiliki fungsi tujuan utama dalam meningkatkan persediaan suku cadang kritis.

Gambar 3.3 *Stock Control Chart* persediaan suku cadang 1007487

4. Kesimpulan

1. Pada penelitian menggunakan metode *Continuous Review (s,Q)* suku cadang 100007487 dengan ukuran *Order Quantity (Q)* sama dengan 15 unit/pesan.
2. *Safety Stock* ataupun *order point* yang digunakan untuk menjaga nilai ketersediaan suku cadang 100007487 selama *lead time* menggunakan metode *Continuous Review (s,Q)* dari nilai percobaan *Probability Failure Occurence* adalah sebesar 4 unit dapat meningkatkan *Cumulative Service Level* sebesar 16.467 % dari kondisi awal sebelum diterapkan kebijakan pengendalian persediaan ini berdasarkan standar EN 50126 *Railways Systems*.

5. Daftar Pustaka

- [1] Bahagia, S.N. (2006). Sistem Inventori. Bandung: ITB.
- [2] Marni, A., Ridwan, A.Y., Juliani, W. (2016). Penentuan Kebijakan Persediaan Spare Part di Dipo Bandung PT. Kereta Api Indonesia dengan Pendekatan Continuous Review System (s,S) untuk Menentukan Penghematan Total Biaya Persediaan. e-Proceeding of Engineering: Vol.3, No.2 Agusuts1 2016 p.2450
- [3] Louit, D., Pascual, R., Banjevic, D., & Jardine, A. (2011). Optimization Model for Critical Spare Parts Inventories-a reliability approach. *Journal of the Operational Research Society*, 992-1004
- [4] Mladen. (2010). Multicriteria Inventory Model For Spare Parts. *Technical Gazzete*, 499-504
- [5] Wongmongkolrit, S., & Rassameethes, B. (2011). The Determination of High Cost and Low Cost Spare Parts by Using the Comparison between EOQ Model and Lot-for-Lot Inventory Model : A Case Study of Slow Moving Item. *Institute of Electrical and Electronics Engineers*, 6-11
- [6] Silver. A.E. (1998). Inventory Management and Production Planning and Scheduling. John Wiley & Sons. New York.
- [7] Tersine, Richard J. (1994). Principles of Inventory and Material Management. United States of America : Prentice Hall
- [8] Waters, Donald. (2003). Inventory Control and Management. Great Britain : Wiley
- [9] Zappone, Jaime. (2016). Inventory Theory. *Journal of Knowledge Management*.
- [10] Sakon Wongmongkolrit, B. R. (2016). The Classification of Criticality for Spare Parts by Applying the Ratio of Production Lost Cost to Spare Parts Inventory Cost. *British Journal of Applied Science & Technology*, 1-9.
- [11] Emas, K. P. (2020, January 30). *Menghitung Bea Masuk dan Pajak dalam Rangka Impor*. Retrieved from IMPOR BARANG KIRIMAN: <http://bctemas.beacukai.go.id/faq/impor-barang-kiriman/>
- [12] Muttaqin, P. S., Damayanti, D. D., & Kamil, A. A. (2018). INTEGRATED MODEL DEVELOPMENT OF SPARE PART INVENTORY AND MAINTENANCE. *Atlantis Highlights in Engineering (AHE), volume 2 International Confrence on Industrial Enterprise and System Engineering (IcoIESE 2018)*, 364-368.
- [13] Ben-Daya, M., Duffuaa, S. O., Raouf, A., Knezevic, J., & Ait-Kadi, D. (2009). *Handbook of Maintenance Management and Engineering*. Saudi Arabia: Springer.
- [14] Louit, D., Pascual, R., Banjevic, D., & Jardine, A. (2011). Optimization Model for Critical Spare Parts Inventories-a realibility approach. *Journal of the Operational Research Society*, 992-1004
- [15] KAI, P. (2019). *Pantauan Depo Lok Yogyakarta*. Yogyakarta: Unit Pelaksana Teknis Depo Lokomotif Yogyakarta.
- [16] Beling, C. E. (2003). *An Introduction to Reliability and Maintainability Engineering*. New York, San Fransisco: MCGraw-Hill.
- [17] Conceicao, S. V., Caetano, G. L., DaweiLu, Nunes, N. T., & Pedrosa, G. C. (2015). A Demand Classification Scheme for Spare Part Inventory Model Subject to Stochastic Demand and Lead Time. *Production Planning & Control*, 1-14.
- [18] Vrat, P. (2014). Materials Management. In P. Vrat, *Material Management An Integrated System* (pp. 25-26). New York: Springer.
- [19] Gannon, J. P. (2018). Applying System Thinking to Engineering and Design. *MDPI*, 10.
- [20] EKE-Electronics. (2018, February 23). *Safety Integrated Level (SIL) function for railway application*. Retrieved from EKE-Electronics: www.eke-electronics.com
- [21] Wongmongkolrit, S., & Rassamethes, B. (2011). The Modification of EOQ Model under the Spare Parts Discrete Demand: A Case Study of Slow Moving Items. San Francisco: World Congress on Engineering and Computer Science
- [22] Musdalifa, A. (2013). *ESTIMASI PENENTUAN PARAMETER DISTRIBUSI WEIBULL DENGAN TRANSFORMASI MODEL REGRESI MENGGUNAKAN METODE KUADRAT TERKECIL LINIER*. Makasar: Jurusan Matematika UNHASS.
- [23] Arindya, R. (2014). *Instrumentasi dan Kontrol Proses*. Tangerang Selatan: Graha Ilmu.