



TUGAS AKHIR – TI 184833

**PENGENDALIAN PERSEDIAAN SPARE PARTS DENGAN
PENDEKATAN BERBASIS RISIKO (STUDI KASUS PT.Y)**

MARIA ULFA PERMATASARI

NRP. 02411640000059

Dosen Pembimbing

Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D

NIP. 197109271999031002

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM DAN INDUSTRI

Fakultas Teknologi Industri Dan Rekayasa Sistem

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2020



FINAL PROJECT – TI 184833

**SPARE PARTS INVENTORY CONTROL WITH RISK BASED
APPROACHES (CASE STUDY IN PT.Y)**

MARIA ULFA PERMATASARI

NRP. 02411640000059

Supervisor

Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D

NIP. 197109271999031002

DEPARTMENT OF INDUSTRIAL AND SYSTEM ENGINEERING

Faculty of Industrial Technology and System Engineering

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2020

LEMBAR PENGESAHAN

PENGENDALIAN PERSEDIAAN SPARE PARTS DENGAN PENDEKATAN BERBASIS RISIKO (STUDI KASUS PT.Y)

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi S-1 Departemen Teknik dan
Sistem Industri
Fakultas Teknologi Industri Dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya, Indonesia

Penulis:

MARIA ULFA PERMATASARI

NRP 02411640000059

Disetujui oleh
Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D

NIP. 197109271999031002



PENGENDALIAN PERSEDIAAN SPARE PARTS DENGAN PENDEKATAN BERBASIS RISIKO (STUDI KASUS PT.Y)

Nama Mahasiswa : Maria Ulfa Permatasari
NRP : 02411640000059
Pembimbing : Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D

ABSTRAK

PT. Y adalah perusahaan manufaktur yang memproduksi gula putih terbesar di Jawa Timur. Gula yang diproduksi terdiri dari gula kemasan 50 Kg dan kemasan *retail* 1 Kg. Kelancaran proses produksi tentunya didukung dengan adanya mesin-mesin yang beroperasi secara efisien. Kondisi ini menyebabkan material *consumable spare parts* menjadi komponen penting dalam menunjang perbaikan mesin dan peralatan. Permasalahan yang dihadapi oleh PT.Y yaitu perusahaan belum melakukan proses klasifikasi *consumable spare parts* dengan benar, sehingga pada saat musim giling mesin produksi di PT. Y sering berhenti beroperasi dalam beberapa waktu akibat tidak tersedianya *spare parts* di gudang. Selain itu manajemen persediaan PT.Y kurang efisien sebab belum memiliki metode pengendalian persediaan yang relevan. Dalam melakukan pengendalian persediaan PT.Y sebatas menerapkan sistem minimal dan maksimal *stock* yang telah dibuat berdasarkan data permintaan tahun sebelumnya. Untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi, dibutuhkan metode klasifikasi *consumable spare parts* yang mempertimbangkan ketidakpastian pada *demand* dan *lead time* berbasis risiko yaitu metode FMECA (*Failure Mode, Effect, Critical Analysis*) dengan mempertimbangkan proses produksi jika pabrik beroperasi tanpa *consumable spare parts* dan waktu kegagalan mesin akibat kekurangan persediaan. Metode ini merupakan pengembangan dari metode FMEA, dimana pada metode ini mempertimbangkan analisis *criticality* (CA). Kemudian dalam menentukan metode pengendalian persediaan yang tepat dibutuhkan perhitungan ADI-CV². Dengan pola permintaan *consumable spare parts* yang bersifat *lumpy* metode yang digunakan adalah *periodic review* (R,s,S), sedangkan pola permintaan *erratic* metode yang digunakan adalah *continuous review* (s,S) dengan pendekatan simulasi *Monte Carlo*. Dari hasil yang didapatkan kategori *critical item* P-3055.094 kondisi *constinuous review* (s,S) *system* nilai *service level* mengalami peningkatan sebesar 36% dari kondisi eksisting, yang semula hanya sebesar 62% menjadi 98%. Begitu pula untuk strategi *periodic review* (R,s,S) *system* pada *item* RT-3059.323 nilai *service level* yang didapatkan mengalami peningkatan sebesar 18% dibandingkan kondisi eksisting.

Kata kunci: Pengendalian Persediaan, Analisis FMECA, Analisis ADI-CV, *Periodic Review* (R,s,S), *Continuous Review* (s,S), *Monte Carlo*

SPARE PARTS INVENTORY CONTROL WITH RISK BASED APPROACHES (CASE STUDY IN PT.Y)

Name : Maria Ulfa Permatasari
NRP : 02411640000059
Supervisor : Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D

ABSTRACT

Spare parts of production machines are one of the supporting components that play an important role for the continuity of production at PT. X. So that, the control of spare part of production machines inventory are the main focus in this research. Problems faced by companies often occur excess in doing spare parts of production machines inventory, so that in this case can cause high inventory costs. Inventory control calculated is the top five spare parts of production machines selected from each class in the ABC classification. The strategy of spare part of production machines inventory control in this research is grouped based on ADI calculation with ordering lead time and VC^2 calculation. From the results of the grouping, the right inventory control strategy is obtained is it included in continuous review, periodic review, or MRP. This research only uses a continuous review and periodic review approach which is then carried out in a Monte Carlo Simulation to obtain performance from the initial inventory policy and improvement. The performance observed are residual inventory, stock out, total inventory costs, and service level. The results of the comparison of total inventory costs between the condition of repairs and the initial conditions of the company indicate a savings of 30%.

Key Word: ADI- VC^2 Analysis, Continuous Review (s,S), Inventory Management, Monte Carlo Simulation, Periodic Review (R,s,S)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahi Robbil 'Alamin, segala puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "**Pengendalian Persediaan Spare Parts Berbasis Risiko (Studi Kasus PT.Y)**" dengan baik dan tepat waktu. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Junjungan Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi suri tauladan terbaik dan sumber motivasi penulis untuk terus menuntut ilmu. Laporan Tugas Akhir ini merupakan syarat kelulusan dalam menyelesaikan jenjang Pendidikan setara S-1 di Departemen Sistem dan Industri ITS Surabaya. Dengan selesainya penulisan Tugas Akhir ini, penulis menyampaikan rasa terimakasih kepada pihak-pihak yang sudah mendukung dan mendoakan penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini khususnya kepada pihak-pihak di bawah ini:

1. Kepada orang tua penulis, Ibu Lestari Rahayu yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan motivasi yang tidak terhingga kepada penulis
2. Bapak Prof. Iwan Vanany ST., M.T, Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan motivasi dalam pelaksanaan Tugas Akhir
3. Bapak Zuhair M Karim, dan Bapak M Huda Alaik selaku Kepala Gudang dan Staff Pabrikasi PT. Y yang telah memberikan izin penelitian serta memberikan banyak saran kepada penulis dalam proses pengambilan data di PT.Y
4. Bapak Prof. Dr. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng, Bapak Dody Hartanto, dan Ibu Diesta yang telah memberikan banyak saran dalam seminar proposal hingga sidang akhir.
5. Bapak Nurhadi Siswanto, S.T., M.S.I.E., Ph.D selaku Kepala Departemen dan seluruh Bapak/Ibu Dosen serta Karyawan Departemen Teknik dan Sistem Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang telah memberikan ilmu, nasihat, dan bimbingan selama penulis menuntut ilmu di Departemen Teknik Sistem dan Industri.

6. Muhammad Jamaluddin As'ad yang telah membantu penulis dalam proses pengambilan data di PT.Y dan memberikan dukungan serta motivasi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Rahmadilah Wahyuning Tyas yang telah memberikan motivasi dan saran dalam penulisan Tugas Akhir ini.
8. Sofi Amalia, Latifah Salsabila, Rizka Safira, dan Amelia Isnie Bahria yang selalu memberikan dukungan dan motivasi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Teman-teman Teknik Sistem dan Industri Angkatan 2016 “ADHIGANA” yang memberikan motivasi selama penulis studi di Departemen Teknik Sistem dan Industri.
10. Semua pihak yang membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu. Terima Kasih atas dukungan, bantuan, motivasi, dan doa yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini tidak lepas dari kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritikan pembaca yang dapat membangun untuk memperbaiki penulisan selanjutnya. Dan semoga penelitian Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat.

Surabaya, Juli 2020

Maria Ulfa Permatasari

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| ABSTRAK | i |
| ABSTRACT | iii |
| KATA PENGANTAR | v |
| DAFTAR ISI..... | vii |
| DAFTAR TABEL..... | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 8 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 8 |
| 1.4 Manfaat Penelitian..... | 9 |
| 1.5 Ruang Lingkup Penelitian | 9 |
| 1.5.1 Batasan | 9 |
| 1.5.2 Asumsi..... | 9 |
| 1.6 Sistematika Penulisan Laporan..... | 10 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 13 |
| 2.1 Persediaan..... | 13 |
| 2.1.1 Fungsi Persediaan..... | 13 |
| 2.1.2 Jenis Persediaan | 14 |
| 2.1.3 Variabel Penyusun Persediaan..... | 14 |
| 2.1.4 Biaya-Biaya Penyusun Persediaan..... | 15 |
| 2.2 Model Klasifikasi Spare parts | 17 |
| 2.2.1 Analisis Failure Mode Effect Critical Analysis (FMECA)..... | 17 |
| 2.3 Average Demand Interval (ADI) & Coefficient of Variation (CV^2)..... | 24 |

| | | |
|-------|--|----|
| 2.4 | Model Pengendalian Persediaan | 25 |
| 2.4.1 | Deterministic Models | 26 |
| 2.4.2 | Probabilistic Model..... | 30 |
| 2.5 | Simulasi..... | 33 |
| 2.5.1 | Statis dan Dinamis | 34 |
| 2.5.2 | Probabilistik dan Deterministik | 35 |
| 2.5.3 | Discrete event dan Continuous | 35 |
| 2.6 | Simulasi Monte Carlo | 35 |
| 2.7 | Penelitian Terdahulu | 38 |
| BAB 3 | METODOLOGI PENELITIAN | 43 |
| 3.1 | Tahap Pendahuluan..... | 45 |
| 3.2 | Pengumpulan Data..... | 45 |
| 3.3 | Pengolahan Data | 46 |
| 3.3.1 | Analisis FMECA | 46 |
| 3.3.2 | Perhitungan Analisis ADI-CV ² | 46 |
| 3.3.3 | Perhitungan Parameter Persediaan Periodic Review (R,s,S)..... | 47 |
| 3.3.4 | Perhitungan Parameter Persediaan Continuous Review (s,S) | 48 |
| 3.3.5 | Pembuatan Model Simulasi Monte Carlo..... | 49 |
| 3.3.6 | Perancangan Skenario Simulasi Monte Carlo | 50 |
| 3.3.7 | Uji Sensitivitas..... | 50 |
| 3.4 | Analisis Data dan Kesimpulan..... | 50 |
| 3.4.1 | Analisis | 51 |
| 3.4.2 | Kesimpulan dan Saran | 51 |
| BAB 4 | PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA..... | 53 |
| 4.1 | Pengumpulan Data | 53 |
| 4.1.1 | Data Mesin Break Down | 53 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 4.1.2 | Data Permintaan Consumable Consumable spare parts Musim Giling | 55 |
| 4.1.3 | Data Stock Consumable Spare Sarts pada Mesin Mengalami Break Down | 56 |
| 4.1.4 | Data Harga per <i>Unit</i> dan Lead Time Consumable Spare Parts..... | 56 |
| 4.2 | Pengolahan Data..... | 57 |
| 4.2.1 | Klasifikasi Consumable Spare Parts dengan Analisis FMECA | 57 |
| 4.2.2 | Perhitungan Biaya Persediaan Consumable Spare Parts..... | 64 |
| 4.2.3 | Pemilihan Metode Untuk Strategi Kebijakan Pengendalian Persediaan | 72 |
| 4.2.4 | Fitting Distribusi Untuk Penggunaan Consumable Spare Parts..... | 73 |
| 4.2.5 | Perhitungan Parameter Kebijakan Pengendalian Persediaan | 75 |
| 4.2.6 | Simulasi Kebijakan Pengendalian Persediaan | 81 |
| 4.2.7 | Perancangan Skenario Pada Rekomendasi Kebijakan Pengendalian Persediaan | 102 |
| 4.2.8 | Pengujian Sensitivitas | 108 |
| | BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA..... | 111 |
| 5.1 | Analisis Klasifikasi Consumable Spare Parts..... | 111 |
| 5.2 | Analisis Strategi Kebijakan Pengendalian Persediaan yang Terpilih... | 113 |
| 5.3 | Analisis Kebijakan Pengendalian Persediaan Kondisi Eksisting | 114 |
| 5.4 | Analisis Kebijakan Pengendalian Persediaan Kondisi Perbaikan..... | 115 |
| 5.5 | Analisis Perancangan Skenario pada Kondisi Perbaikan | 118 |
| 5.6 | Analisis Pengujian Sensitivitas..... | 119 |
| | BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN..... | 121 |
| 6.1 | Kesimpulan..... | 121 |
| 6.2 | Saran..... | 124 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 125 |

| | |
|------------------------|-----|
| LAMPIRAN | 129 |
| BIOGRAFI PENULIS | 166 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2. 1 Risk Consequence Matrix | 20 |
| Tabel 2. 2 Probability Score Matrix | 21 |
| Tabel 2. 3 Skala Deteksi..... | 21 |
| Tabel 2. 4 Skala For Criticality | 21 |
| Tabel 2. 5 Decision Matrix..... | 23 |
| Tabel 2. 6 Perbandingan Kelebihan Penggunaan FMECA | 23 |
| Tabel 2. 7 Perbandingan Simulasi Monte Carlo dengan Simulasi Lainnya..... | 37 |
| Tabel 2. 8 Penelitian Terdahulu | 41 |
| Tabel 4. 1 Mesin yang Melebihi Batas Down Time pada Empat Musim Terakhir | 53 |
| Tabel 4. 2 Data Permintaan Consumable Spare Parts pada Mesin Break Down .. | 55 |
| Tabel 4. 3 Data Stock Consumable Spare Parts di Gudang | 56 |
| Tabel 4. 4 Data Harga per <i>Unit</i> Material dan Lead Time Pemesanan | 57 |
| Tabel 4. 5 Criticality Index Base On Down Time | 59 |
| Tabel 4. 6 Criticality Index Base On Lead Time | 61 |
| Tabel 4. 7 Criticality Index Base On Lead Time dan Down Time | 62 |
| Tabel 4. 8 Spare Parts Terpilih Masing-Masing Kriteria..... | 64 |
| Tabel 4. 9 Komponen Biaya Aset Perusahaan | 65 |
| Tabel 4. 10 Rekapitulasi Perhitungan Depresiasi Aset Komponen Reorder Cost | 66 |
| Tabel 4. 11 Rekapitulasi Perhitungan Gaji Pekerja | 66 |
| Tabel 4. 12 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Administrasi | 67 |
| Tabel 4. 13 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Pemesanan | 67 |
| Tabel 4. 14 Rekapitulasi Komponen Biaya Penyimpanan..... | 68 |
| Tabel 4. 15 Rekapitulasi Perhitungan Depresiasi Aset pada Biaya Penyimpanan | 68 |
| Tabel 4. 16 Rekapitulasi Perhitungan Gaji Pekerja pada Biaya Penyimpanan..... | 69 |
| Tabel 4. 17 Rekapitulasi Perhitungan Capital Cost | 69 |
| Tabel 4. 18 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Penyimpanan | 70 |
| Tabel 4. 19 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Kekurangan Persediaan | 71 |
| Tabel 4. 20 Rekapitulasi Perhitungan ADI-CV ² | 73 |
| Tabel 4. 21 Rekapitulasi Hasil Fitting Distribusi Demand | 74 |
| Tabel 4. 22 Data Parameter Persediaan Kondisi Eksisting | 75 |

| | |
|--|-----|
| Tabel 4. 23 Komponen Biaya Persediaan Kondisi Eksisting | 76 |
| Tabel 4. 24 Input Perhitungan (s,S) System <i>Item P-3055.094</i> | 77 |
| Tabel 4. 25 Rekapitulasi Perhitungan Parameter Continuous Review (s,S) System | 78 |
| Tabel 4. 26 Input Parameter Perhitungan Periodic Review (R,s,S) Spare Parts No.RT-3055.323 | 79 |
| Tabel 4. 27 Rekapitulasi Perhitungan Parameter Periodic Review (R,s,S) System | 80 |
| Tabel 4. 28 Input Parameter Simulasi Kondisi Eksisting <i>Item P-3055.094</i> | 82 |
| Tabel 4. 29 Skema Simulasi Kondisi Eksisting..... | 84 |
| Tabel 4. 30 Skema Simulasi Biaya Persediaan Kondisi Eksisting | 85 |
| Tabel 4. 31 Rekapitulasi Hasil Simulasi Kondisi Eksisting | 88 |
| Tabel 4. 32 Input Parameter Simulasi Kondisi Perbaikan (s,S) System..... | 89 |
| Tabel 4. 33 Skema Simulasi Kondisi Perbaikan Continuous Review (s,S) System | 90 |
| Tabel 4. 34 Skema Simulasi Biaya Persediaan Kondisi Perbaikan Continuous Review (s,S) System..... | 91 |
| Tabel 4. 35 Rekapitulasi Hasil Simulasi Kondisi Perbaikan (s,S) System..... | 94 |
| Tabel 4. 36 Input Parameter Simulasi Kondisi Perbaikan (R,s,S) System | 94 |
| Tabel 4. 37 Skema Simulasi Kondisi Perbaikan Periodic Review (R,s,S) System | 96 |
| Tabel 4. 38 Skema Simulasi Biaya Persediaan Kondisi Perbaikan Periodic Review (R,s,S) System | 97 |
| Tabel 4. 39 Rekapitulasi Hasil Simulasi Kondisi Perbaikan (R,s,S) System | 100 |
| Tabel 4. 40 Perbandingan Output Simulasi Ketiga Kondisi..... | 101 |
| Tabel 4. 41 Skenario Kondisi Perbaikan (s,S) system Spare Parts <i>Item P-3055.094</i> | 102 |
| Tabel 4. 42 Skenario Kondisi Perbaikan (R,s,S) system Spare Parts <i>Item RT-3059.323</i> | 105 |
| Tabel 4. 43 Uji Sensitivitas Consumable Spare Parts <i>Item P-3055.094</i> | 108 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|-----|
| Gambar 1. 1 Down Time Mesin Produksi | 4 |
| Gambar 1. 2 Perbandingan Down Time in Hours..... | 4 |
| Gambar 1. 3 Kondisi Safety Stock dan Stock On Hand <i>Item</i> 3055.0093 | 5 |
| Gambar 1. 4 Kondisi <i>Safety Stock dan Stock On Hand Item</i> 3093.000023 | 5 |
| Gambar 1. 5 <i>Demand Consumable spare parts Item</i> 3055.075 | 6 |
| Gambar 2. 1 Flowchart Failure Mode Effect Critical Analysis (FMECA)..... | 19 |
| Gambar 2. 2 Kategori Pola Permintaan Berdasarkan Nilai ADI & CV ² | 25 |
| Gambar 2. 3 Hubungan Biaya dan Jumlah Pemesanan..... | 27 |
| Gambar 2. 4 Model EOQ Backordering | 29 |
| Gambar 2. 5 Pengendalian Persediaan Model Probabilistik | 30 |
| Gambar 2. 6 Langkah-Langkah pada Simulasi Monte Carlo..... | 37 |
| Gambar 3. 1 Flowchart Metodologi Penelitian | 43 |
| Gambar 3. 2 Flowchart Metodologi Penelitian (Lanjutan) | 44 |
| Gambar 4. 1 Hasil Fitting Distribusi <i>Item</i> MG-3055.095 | 74 |
| Gambar 4. 2 Jumlah Stockout (s,S) System <i>Item</i> P-3055.094 | 104 |
| Gambar 4. 3 Total Biaya Persediaan (s,S) System <i>Item</i> P-3055.094..... | 104 |
| Gambar 4. 4 Jumlah Stockout (R,s,S) System <i>Item</i> RT-3059.323..... | 106 |
| Gambar 4. 5 Total Biaya Persediaan (R,s,S) System <i>Item</i> RT-3059.323 | 107 |
| Gambar 4. 6 Nilai Service Level (R,s,S) System <i>Item</i> RT-3059.323 | 107 |
| Gambar 4. 7 Grafik Sensitivitas Demand Terhadap Stockout <i>Item</i> P-3055.094 109 | |
| Gambar 4. 8 Grafik Sensitivitas Demand Terhadap Total Biaya Persediaan <i>Item</i> P-3055.094..... | 109 |
| Gambar 4. 9 Grafik Sensitivitas Demand Terhadap Nilai Service Level <i>Item</i> P-3055.094..... | 110 |

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 1

PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai landasan dalam penggerjaan penelitian ini yang meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat, batasan dan asumsi, serta sistematika penulisan laporan tugas akhir.

1.1 Latar Belakang

Manajemen persediaan merupakan salah satu keilmuan Teknik Industri yang sangat penting bagi keberlangsungan sebuah perusahaan. Ilmu ini berfokus pada pengelolaan persediaan yang digunakan baik secara langsung dan tidak langsung pada proses produksi. Jenis persediaan ini meliputi *raw material*, *packaging*, *finish good*, *consumable spare parts*, peralatan kantor dan material persediaan untuk perawatan kantor. Tujuan utama adanya persediaan yaitu untuk meningkatkan pelayanan kepada konsumen serta mengoptimalkan biaya yang timbul akibat penanganan barang yang disimpan (Eunike, et al., 2018). Model pengendalian persediaan yang sederhana mengasumsikan bahwa semua parameter persediaan diketahui secara pasti. Kondisi ini tidak sesuai dengan kenyataan dilapangan, sering kali parameter yang digunakan mengandung ketidakpastian. Seperti halnya permintaan sering berubah-ubah sehingga menghasilkan perkiraan yang tidak akurat. Kondisi ketidakpastian ini berlaku untuk produk-produk dengan siklus hidup yang pendek, varietas tinggi, dan waktu pemenuhan kebutuhan yang lama.

Menurut Sun (2017) kebijakan persediaan yang optimal disesuaikan dengan distribusi permintaan tertentu dengan parameter ketidakpastian yang berbeda-beda. Persediaan harus dipertimbangkan pada setiap perencanaan dan penjadwalan proses produksi. Banyak penelitian yang telah melakukan upaya besar untuk mengidentifikasi kebijakan persediaan yang efektif untuk menentukan kapan dan berapa banyak *item* yang harus dipesan. Kesalahan yang sering terjadi pada saat proses pemesanan yaitu apabila kuantitas persediaan terlalu banyak, menimbulkan persediaan menumpuk dan terjadi pengendapan modal pada persediaan. Namun

apabila kuantitas persediaan terlalu sedikit mengakibatkan kekurangan persediaan yang berpengaruh terhadap total biaya persediaan (Solahuddin, 2018).

Consumable spare parts merupakan salah satu jenis material yang memiliki tingkat kekritisan yang tinggi bagi beberapa perusahaan. Pola permintaan *consumable spare parts* yang tidak dapat diprediksi menyebabkan proses pengendalian persediaannya sangat sulit untuk dikontrol. Salah satu perusahaan yang menggunakan *consumable spare parts* sebagai persediaan utama dalam perawatan mesin produksi adalah PT.Y. PT.Y merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang produksi gula putih terbesar di Jawa Timur. Gula yang diproduksi terdiri dari gula kemasan 50 Kg dan kemasan *retail* 1 Kg. Berdasarkan data Kementerian Pertanian Republik Indonesia permintaan gula putih pada tahun 2019 mencapai 2,7 ton per tahun, sedangkan produksi gula putih hanya 2,1 juta ton pertahun. Tingginya tingkat permintaan gula di Indonesia menyebabkan PT.Y salah satu perusahaan gula yang dituntut untuk meningkatkan jumlah produksinya. Kelancaran proses produksi didukung adanya mesin-mesin yang beroperasi dengan baik.

Secara umum proses produksi gula pada PT.Y terdiri dari enam proses yaitu, penggilingan, pemurnian, penguapan, masakan, puteraan dan *packaging*. Dengan mengelompokkan persediaan menjadi tiga bagian, pertama material *consumable spare parts*, material ini digunakan untuk menunjang perbaikan mesin dan peralatan, serta penggantian mesin pada saat giling dan tutup giling, namun sifat permintaannya tidak pasti setiap bulannya. Kedua, persediaan bahan baku penunjang seperti material *packaging*, asam phospat, soda, belerang, kapur dan lain sebagainya. Jenis material ini sangat berpengaruh terhadap kelancaran proses produksi. Jika kekurangan salah satu persediaan saja akan berakibat terhambatnya proses produksi, bahkan proses produksi dapat terhenti beberapa saat. Ketiga persediaan material *consumable*, dimana persediaan ini merupakan persediaan yang digunakan untuk menunjang keperluan kantor seperti alat kebersihan, alat tulis kantor dan lain sebagainya.

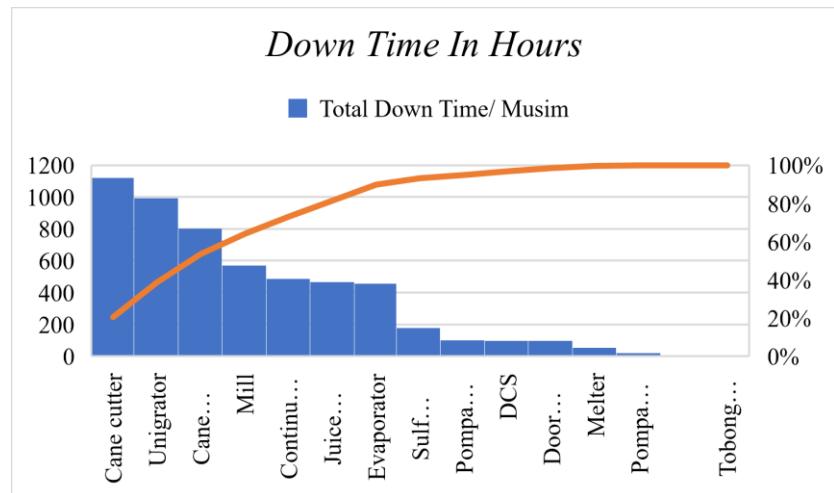
Berdasarkan hasil observasi penulis dan pernyataan dari pihak manajemen, PT.Y belum melakukan proses klasifikasi *consumable spare parts* dengan benar, sehingga pada saat musim giling mesin produksi di PT. Y sering berhenti

beroperasi dalam beberapa waktu. Kondisi ini diakibatkan karena pada saat mesin mengalami kerusakan, *consumable spare parts* yang dibutuhkan tidak tersedia di gudang. Akibatnya perusahaan harus melakukan pemesanan ulang dengan biaya yang lebih tinggi dan waktu tunggu relatif lama untuk mendatangkan *consumable spare parts*, tergantung ketersediaan *consumable spare parts* di pasaran. Ketidak tersedianya *consumable spare parts* di gudang mengakibatkan proses pemeliharaan menjadi terhambat, *down time* tidak terduga, dan perusahaan akan mengalami kerugian akibat kehilangan penjualan. Selain itu manajemen persediaan PT.Y kurang efisien sebab belum memiliki metode pengendalian persediaan yang relevan. Dalam melakukan pengendalian persediaan PT.Y sebatas menerapkan sistem minimal dan maksimal *stock* yang telah dibuat berdasarkan data permintaan tahun sebelumnya. Namun dalam penentuan nilai minimal dan maksimal *stock* hanya berdasarkan perkiraan dari pihak kepala gudang, sehingga PT.Y sering mengalami kekurangan dan kelebihan persediaan khususnya material *consumable spare parts* pada mesin-mesin produksi.

Dalam penelitian Tugas Akhir ini jenis *spare parts* yang akan dianalisis yaitu *consumable spare parts* pada mesin-mesin yang sering mengalami *break down* saat musim giling. Menurut Zuhair (2020) pada tahun 2018 dan 2019 produksi gula PT. Y terhenti selama beberapa waktu, dikarenakan beberapa mesin sering mengalami *break down*. Kondisi ini diperparah dengan ketidak tersedianya *consumable spare parts* yang dibutuhkan untuk penggantian *part* mesin yang mengalami kerusakan. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis *consumable spare parts* pada mesin yang sering mengalami kekurangan persediaan dan dibutuhkan penentuan strategi pengendalian persediaan yang tepat sesuai dengan *lead time*, ketersediaan *consumable spare parts* dipasaran, serta biaya penyimpanan dari masing-masing material.

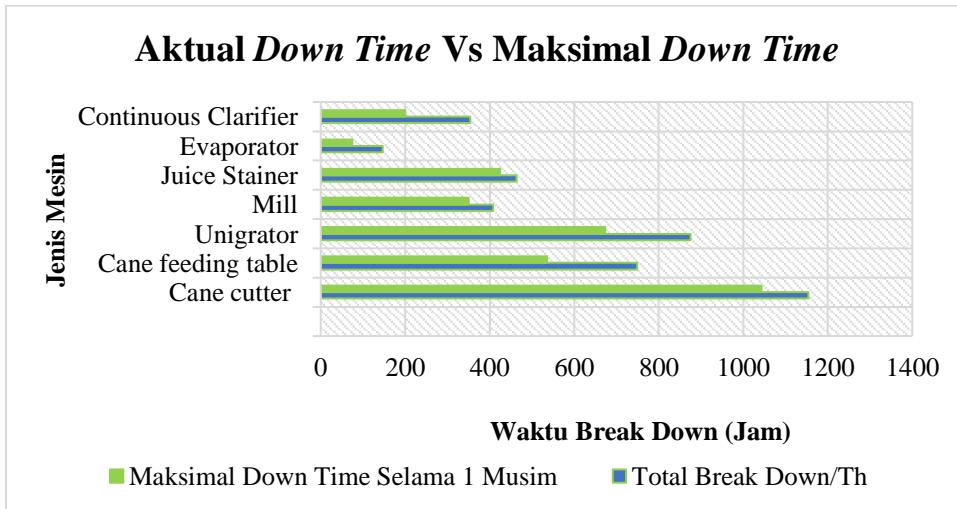
Berdasarkan data historis terdapat 14 mesin yang sering mengalami *break down* pada saat musim giling, kemudian dari ke-14 mesin dapat ditemukan mesin-mesin yang kritis. Pada penelitian Tugas Akhir ini untuk mendapatkan mesin kritis dilakukan dengan analisis pareto diagram seperti gambar 1.1. Sumbu X mewakili jenis mesin di PT.Y, dan sumbu Y mewakili waktu *break down* dalam satuan jam. Dari hasil analisis tersebut terdapat 7 mesin yang dinilai kritis yang meliputi mesin

cane cutter, cane feeding, evaporator, unigrator, mill, continuous clarifier, dan mesin juice strainer



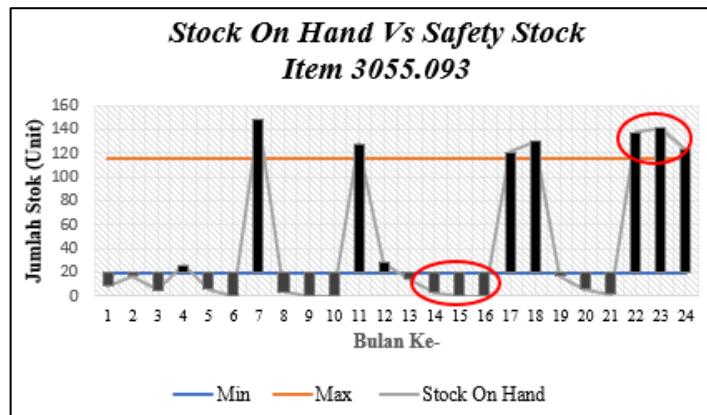
Gambar 1. 1 *Down Time* Mesin Produksi

Ke-7 mesin tersebut berasal dari stasiun gilingan, pemurnian, dan penguapan. Stasiun tersebut memiliki jenis mesin dengan komponen yang berbeda-beda. Setiap mesin memiliki komponen *consumable spare parts* yang berbeda seperti mur baut berbagai ukuran, *filter solar*, kawat las, ring plat, mata pisau dan lain sebagainya. Contoh nilai persediaan salah satu *consumable spare parts* dapat dilihat pada Gambar 1.2 dan 1.3. Dari kedua gambar grafik tersebut dapat dilihat gap antara persediaan dengan persediaan minimum perusahaan.

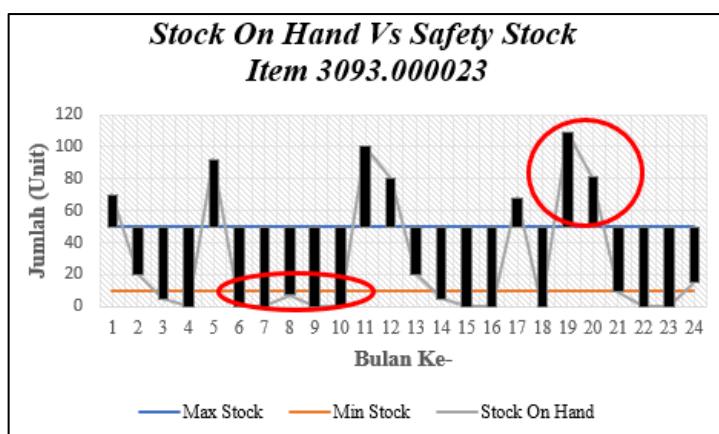


Gambar 1. 2 Perbandingan *Down Time in Hours*

Perbandingan kondisi eksisting dan ekspektasi perusahaan terhadap waktu *down time* pada tahun 2016 pada gambar 1.1 diatas menunjukkan bahwa terdapat tujuh mesin yang sering mengalami *break down* akibat kekurangan persediaan *consumable spare parts*. Seperti halnya dalam satu musim mesin *cane cutter* berhenti selama 1154 jam akibat proses pergantian mata pisau dan baut pengungkit. Dimana dapat dilihat ekspektasi perusahaan terhadap waktu *downtime* sangat jauh perbedaannya dengan kondisi dilapangan. Selain itu mesin *mill* yang digunakan untuk menggiling dan pemeras tebu memiliki *downtime* yang cukup tinggi yaitu sebesar 111 jam dalam satu tahun. Jika kondisi ini dibiarkan terus menerus perusahaan akan mengalami kerugian yang cukup besar. Berikut akan ditampilkan grafik *consumable spare parts* antara *stock on hand* vs *safety stock* pada mesin yang sering mengalami *break down*.

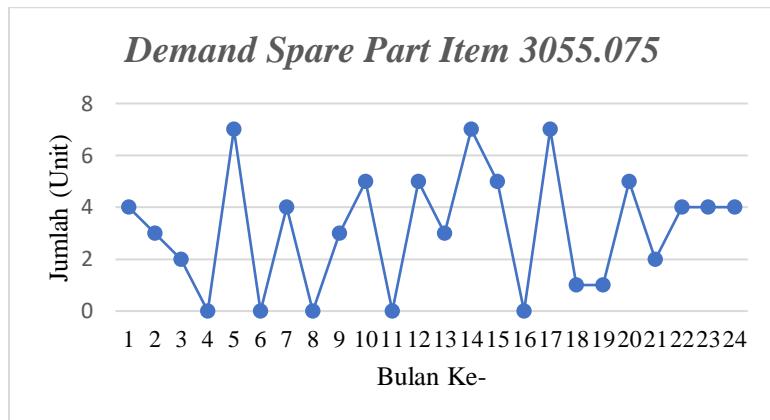


Gambar 1. 3 Kondisi Safety Stock dan Stock On Hand Item 3055.0093



Gambar 1. 4 Kondisi Safety Stock dan Stock On Hand Item 3093.000023

Gambar Grafik 1.2 dan 1.3 merupakan jenis *consumable spare parts* yang digunakan untuk perbaikan mesin *cane cutter* yang sering mengalami kelebihan dan kekurangan *stock* di gudang. Berdasarkan gambar 1.2 item 3055.093 dari 24 bulan terakhir sering mengalami kekurangan persediaan *consumable spare parts* yang cukup tinggi. Contohnya pada bulan ke-6 hingga ke-10 mengalami kekurangan *stock* yang mengakibatkan terhentinya proses produksi. Kondisi ini memiliki gap yang cukup besar antara jumlah persediaan di gudang dengan maksimal dan minimal *stock* yang ditetapkan oleh perusahaan. Sehingga mesin ini berhenti beroperasi yang akan menyebabkan produksi gula retail terhenti beberapa periode. Ketika kondisi seperti ini dibiarkan terus meningkat, maka menyebabkan tingginya biaya persediaan dan mempengaruhi biaya operasional perusahaan.



Gambar 1. 5 Demand Consumable spare parts Item 3055.075

Data permintaan salah satu *consumable spare parts* dari mesin *unigrator* pada stasiun penggilingan, yang menjelaskan bahwa permintaan dari bulan ke-1 hingga bulan ke-24 memiliki jumlah yang bervariasi. Seperti pada bulan ke-2 jumlah permintaan sebesar 3unit dan pada bulan ke-4 tidak ada permintaan. Berdasarkan permasalahan diatas penelitian ini akan mengevaluasi strategi pengendalian persediaan perusahaan dengan cara melakukan simulasi *monte carlo* penerapan kebijakan (R,s,S) dan (s,S).

Penelitian pada Tugas Akhir ini dikembangkan dari penelitian sebelumnya, berdasarkan penelitian Budiningsih (2017) yang membahas model pengendalian persediaan *spare parts* mesin produksi PT. Prima Sejati dengan model kebijakan

continuous review. Permasalahan yang dihadapi dalam penelitian yang dilakukan yaitu tingginya tingkat persediaan *spare parts* yang dikelola serta penggunaan metode yang intuitif dengan pola permintaan yang *intermittent* dan *lumpy* (Budiningsih & Jauhari, 2017). Dari hasil yang didapatkan terdapat *trade off* dalam penentuan klasifikasi *spare parts* yang menggunakan klasifikasi ABC. Klasifikasi ABC hanya mempertimbangkan faktor frekuensi pemakaian dan harga per *unit spare parts* (Micha et al., 2018). Dalam kenyataannya terdapat faktor lain yang mempengaruhi tingkat kekritisan *spare parts*, seperti ketersediaan *spare parts* dipasaran, waktu kegagalan mesin dan peralatan. Maka dibutuhkan metode klasifikasi *spare parts* yang mempertimbangkan tingkat risiko ketidak tersedianya *spare parts* dipasaran.

Metode klasifikasi *spare parts* yang akan digunakan pada penelitian Tugas Akhir ini adalah metode FMECA (*Failure Mode, Effect, Critical Analysis*) dengan mempertimbangkan *lead time*, proses produksi jika pabrik beroperasi tanpa *consumable spare parts* dan waktu kegagalan mesin akibat kekurangan persediaan. Metode ini merupakan pengembangan dari metode FMEA, dimana pada metode ini mempertimbangkan analisis *criticality* (CA) (Squair, 2015). Metode klasifikasi ini mempertimbangkan tingkat risiko terhadap manajemen persediaan untuk memastikan integritas aset dalam fasilitas. Selain itu untuk menentukan metode pengendalian persediaan yang tepat dibutuhkan perhitungan ADI-CV. Berdasarkan pola permintaan yang tidak pasti, maka metode pengendalian persediaan yang digunakan yaitu metode *periodic review* (R,s,S) dan *continuous review* (s,S) dengan pendekatan simulasi *Monte Carlo*. Sebab *continuous review* (s,S) ini dinilai lebih responsif dibandingkan dengan *periodic review* ketika permintaan memiliki pola *erratic* dan *intermittent* (Lazrak, 2014). Sedangkan untuk pola permintaan *lumpy* lebih disarankan menggunakan *periodic review* (R,s,S) karena dapat meningkatkan nilai *service level* (Fengyu & Laura, 2015) hal ini sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai oleh perusahaan. Sifat dari simulasi *Monte Carlo* ini tidak dipengaruhi oleh adanya perubahan waktu dan bersifat dinamis, sehingga metode simulasi ini cocok digunakan untuk penelitian Tugas akhir ini. Kemudian dilakukan uji sensitivitas untuk mengetahui perubahan pada parameter ketidakpastian. Pendekatan simulasi digunakan untuk mendapatkan nilai *demand* secara acak dan distribusi probabilitas

sehingga didapatkan hasil yang mendekati nilai aktual. Parameter persediaan yang diperhitungkan meliputi, kuantitas pemesanan yang optimal (Q^*), *safety stock*, *reorder point*, sehingga performansi yang didapatkan dari hasil simulasi *monte carlo* meliputi total biaya persediaan, jumlah *stockout*, dan *service level*. Kemudian hasil simulasi akan dibandingkan dengan kondisi eksisting perusahaan untuk mengetahui prosentase penurunan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan. Penelitian yang dilakukan diharapkan mampu memberikan rekomendasi kepada PT.Y terhadap strategi pengendalian persediaan yang optimal dengan melihat tingkat kekritisan pada masing-masing *consumable spare parts*.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang dihadapi pada penelitian ini, yaitu adanya mesin yang berhenti beroperasi akibat pengendalian persediaan yang kurang optimal dan belum memiliki klasifikasi *consumable spare parts* secara spesifik. Oleh karena itu perlu ditentukan tingkat kekritisan *consumable spare parts* berbasis risiko, dan direkomendasikan kebijakan persediaan dengan melakukan simulasi *Monte Carlo* yang menghasilkan *service level*, jumlah *stockout*, serta total biaya persediaan yang optimal.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, adapun tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Membuat klasifikasi *consumable spare parts* dengan pendekatan berbasis risiko
2. Merancang kebijakan pengendalian persediaan *consumable spare parts* dengan menggunakan metode *continuous review* (s,S) dan *periodic review* (R,s,S)
3. Menganalisis kuantitas pemesanan dan titik pemesanan ulang (*reorder point*) terhadap kebijakan pengendalian persediaan yang diusulkan
4. Melakukan simulasi *Monte Carlo* untuk mendapatkan performansi kebijakan persediaan paling tepat

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini yaitu PT. Y mendapatkan rekomendasi terkait pengambilan keputusan jenis *consumable spare parts* mana yang harus diprioritaskan. Sehingga PT. Y memiliki strategi pengendalian persediaan yang optimal bagi perusahaan dan dapat menghemat biaya persediaan yang dikeluarkan oleh perusahaan.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian ini terdiri dari batasan dan asumsi yang digunakan oleh penulis.

1.5.1 Batasan

Batasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Material yang diamati meliputi *consumable spare parts* pada mesin-mesin yang melebihi target waktu *break down*.
2. *Consumable spare parts* yang diamati tidak termasuk *consumable spare parts* saat *overhaul*
3. *Consumable spare parts* yang diamati adalah lima *consumable spare parts* dari masing-masing kelas pada analisis *FMECA*
4. Data *consumable spare parts* yang digunakan dalam perhitungan merupakan data saat musim giling dari tahun 2016 hingga tahun 2019.

1.5.2 Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Semua jenis *consumable spare parts* yang diterima dari *supplier* tidak ada *defect*
2. Harga per *unit* material tetap dan tidak dipengaruhi oleh ukuran lot pemesanan
3. *Lead time* pemesanan *spare parts* bersifat *deterministic* setiap kali pesan, namun masing-masing *spare parts* memiliki *lead time* yang berbeda.
4. Tidak ada perbedaan jenis mesin yang *break down* pada empat tahun terakhir
5. Tidak memperhitungkan kuantitas pembelian dalam melakukan pemesanan.

1.6 Sistematika Penulisan Laporan

Sistematika penulisan laporan dalam tugas akhir ini dapat diuraikan menjadi beberapa bab sebagai berikut.

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi uraian terkait landasan dalam pengerjaan penelitian ini yang meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat, batasan dan asumsi, serta sistematika penulisan laporan yang menjelaskan alur pengerjaan tugas akhir.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai landasan teori yang digunakan sebagai pedoman dalam menyelesaikan permasalahan. Teori yang dijadikan landasan pada penelitian ini meliputi persediaan, model kebijakan pengendalian persediaan, analisa *average demand interval* (ADI), dan simulasi *Monte Carlo*. Selain menjelaskan landasan teori, pada bab ini akan dijelaskan pula mengenai penelitian terdahulu yang membahas topik serupa dengan penelitian ini.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai metodologi dalam pengerjaan penelitian ini yang ditampilkan dalam bentuk *flowchart*. Dalam penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahap yaitu tahap perumusan masalah, pengumpulan data, pengolahan data, penarikan kesimpulan dan saran.

BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini menjelaskan mengenai pengumpulan dan pengolahan data yang digunakan dalam penelitian ini. Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data primer dan data sekunder. Data sekunder didapatkan dari data historis perusahaan terkait persediaan *consumable spare parts* mulai Juni 2016 hingga Desember 2019. Selanjutnya data yang terkumpul akan diolah menggunakan analisis *average demand interval* untuk mendapatkan metode pengendalian persediaan yang cocok dengan kondisi perusahaan. Kemudian dilakukan

perhitungan parameter persediaan yang akan digunakan sebagai *input* simulasi *Monte Carlo*. Sehingga performansi yang didapatkan dari hasil simulasi meliputi total biaya persediaan dan *service level*. Hasil simulasi tersebut akan dibandingkan dengan kondisi eksisting perusahaan.

BAB 5 ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan terkait hasil pengolahan data yang dilakukan pada bab sebelumnya. Dalam hal ini penulis akan mendapatkan metode pengendalian persediaan yang tepat dan kemudian membandingkan hasil pengolahan data menggunakan simulasi *monte carlo* dengan kondisi eksisting perusahaan. Kemudian dilakukan analisa untuk mengetahui metode mana yang menghasilkan biaya dan *service level* yang optimal bagi perusahaan.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini menjelaskan mengenai hasil penelitian berupa kesimpulan yang merupakan jawaban dari tujuan yang ingin dicapai. Selain itu dijelaskan mengenai saran untuk penelitian berikutnya

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai landasan teori yang digunakan sebagai pedoman dalam menyelesaikan permasalahan. Teori yang dijadikan landasan pada penelitian ini meliputi persediaan, model kebijakan pengendalian persediaan, model klasifikasi *consumable spare parts*, analisis *failure mode effect analysis* (FMEA), *analysis average demand interval* (ADI), dan simulasi *Monte Carlo*. Selain menjelaskan landasan teori, pada bab ini akan dijelaskan pula mengenai penelitian terdahulu yang membahas topik serupa dengan penelitian ini.

2.1 Persediaan

Persediaan adalah material menganggur yang menunggu untuk diproses lebih lanjut pada masa atau periode yang akan datang (Tersine, 1994). Persediaan dapat berupa *raw material*, *component part*, *sub assembly / work in process*, and *finished good*. Sementara itu menurut Arnold (2008), persediaan merupakan segala sesuatu bentuk material dan perlengkapan yang disimpan untuk penunjang proses produksi. Persediaan sangat dibutuhkan oleh banyak pihak dalam *supply chain* antara lain *manufacturer*, distributor, retailer, *wholesaler*, dan pihak lainnya (Pujawan, 2010). Tujuan utama adanya persediaan yaitu untuk meningkatkan pelayanan kepada pelanggan serta dapat mengoptimalkan biaya yang timbul akibat penanganan barang yang disimpan. Persediaan harus dipertimbangkan pada setiap perencanaan dan penjadwalan proses produksi.

2.1.1 Fungsi Persediaan

Hal utama yang menjadi acuan perusahaan dalam menggunakan prinsip persediaan adalah ukuran lot produksi dan pesanan yang ekonomis. Jika suatu perusahaan menggunakan prinsip tersebut maka perusahaan akan mengelola persediaan secara berkelanjutan. Persediaan sangat penting dalam sebuah perusahaan, karena perusahaan wajib menyatukan antara persediaan dan permintaan. Alasan yang kuat untuk menyediakan *inventory* adalah untuk hal-hal

yang berhubungan dengan pengadaan dan produksi barang, kebutuhan yang berubah-ubah dari waktu ke waktu, spekulasi di dalam harga dan biaya, serta untuk ketidakpastian tentang waktu pesanan perlengkapan dan kebutuhan. Menurut Arnold (2008), pada umumnya fungsi persediaan terdiri dari empat fungsi antara lain, *anticipation inventory*, *fluctuation inventory* dan *transportation inventory*.

2.1.2 Jenis Persediaan

Setiap jenis persediaan memiliki ciri khusus dan cara pengelolaannya yang berbeda. Suatu perusahaan perlu mempertimbangkan jenis persediaan dalam konteks produksi maupun distribusinya agar dapat memberikan nilai tambah. Klasifikasi persediaan yang paling umum berdasarkan posisi barang pada aliran material. Menurut Arnold (2008), terdapat lima jenis klasifikasi persediaan antara lain:

1. *Raw Material*

Persediaan ini merupakan persediaan yang diperlukan untuk proses produksi, yang meliputi bahan baku utama, komponen, dan *subassemblies*.

2. *Work in Process*

Work in process merupakan material bahan baku yang sudah diproses namun masih memerlukan proses lebih lanjut atau sedang dalam diproses. Tingkat persediaan barang dalam proses sering digunakan sebagai ukuran efisiensi sistem penjadwalan produksi.

3. *Maintenance, Repair, and Operational Supplies (MROs)*

MROs merupakan material yang digunakan untuk menunjang jalannya proses produksi dan material tersebut tidak melekat pada produk yang dihasilkan. Jenis material ini meliputi *consumable spare parts*, *hand tools*, *pelumas/oli*, dan komponen mesin-mesin produksi.

2.1.3 Variabel Penyusun Persediaan

Secara umum persediaan bersifat universal (Tersine, 1994). Variabel penyusun persediaan meliputi permintaan, kuantitas dan pengisian ulang, serta biaya persediaan. Permintaan dapat dikategorikan menurut kuantitas, pola kedatangan, dan rata-rata konsumen melakukan pemesanan. Sifat permintaan ada

dua macam yaitu *deterministic* dan *probabilistic*. Permintaan bersifat *deterministic* merupakan permintaan yang memiliki pola konstan dan besarnya tetap dari waktu ke waktu. Sedangkan permintaan bersifat *probabilistic* merupakan permintaan yang mengandung ketidakpastian, jumlahnya dapat berubah-ubah setiap waktu. Sifat permintaan yang *probabilistic* biasanya pola permintaan diasumsikan berdistribusi tertentu seperti distribusi normal, *poisson*, dan *exponential*.

Waktu pengisian ulang seringkali mengandung ketidakpastian terkadang waktu pengisian bias lebih cepat atau lebih lambat dari yang direncanakan. Jika waktu pengisian lebih cepat maka persediaan akan menumpuk dan sebaliknya. Biaya persediaan seperti *ordering cost*, *purchase cost*, *holding cost*, *stock out cost* dan biaya lainnya akan berubah sesuai dengan kondisi pasar.

2.1.4 Biaya-Biaya Penyusun Persediaan

Komponen biaya dalam pengendalian persediaan merupakan semua pengeluaran yang timbul akibat adanya persediaan di suatu perusahaan. Secara *finansial* persediaan sangat penting bagi perusahaan manufaktur, perusahaan biasanya akan membutuhkan biaya yang cukup besar dan berisiko. Risiko yang akan dihadapi ialah aliran kas yang tidak lancar akibat persediaan yang disimpan terlalu berlebihan. Nilai persediaan mencapai 20% hingga 60% dari total aset yang dimiliki oleh perusahaan. Ketika persediaan dikonversikan menjadi uang tunai nilainya akan mempengaruhi arus kas dan laba perusahaan. Menurut Tersine (1994), komponen biaya persediaan meliputi:

1. *Order/Setup Cost*

Biaya pesan dan biaya *setup* adalah biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk pemesanan suatu produk dari *supplier* atau *set up* mesin untuk proses produksi. Biaya ini sering diasumsikan bervariansi dan berperan secara langsung dengan jumlah permintaan yang tidak tetap. Biaya pesan meliputi biaya administrasi, membuat daftar permintaan, menganalisa *supplier*, biaya pengangkutan, menerima pesanan, pengecekan pesanan hingga melakukan pemrosesan pesanan. Biaya *setup* merupakan biaya perubahan selama proses produksi seperti biaya para pekerja, biaya persiapan pesanan, biaya menyusun peralatan, biaya

penjadwalan pekerjaan, dan biaya pengaturan mesin produksi untuk menghasilkan barang yang dipesan oleh konsumen.

2. *Purchase Cost*

Biaya pembelian adalah biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk membeli satu *unit* produk dari *supplier* atau biaya produksi untuk satu *unit* produk jika diproduksi secara internal. Umumnya biaya pembelian nilainya bisa bervariasi ketika perusahaan memberikan potongan harga untuk ukuran pesanan tertentu. Untuk barang yang dibeli biaya pembelian meliputi harga pembelian ditambah biaya pengiriman. Sedangkan untuk barang-barang yang diproduksi secara internal biaya pembelian mencakup biaya tenaga kerja langsung, bahan baku, dan *factory overhead cost*.

3. *Holding Cost*

Biaya simpan adalah semua biaya yang timbul akibat penyimpanan barang di gudang. Biaya ini meliputi biaya pemilik persediaan, biaya gudang, biaya kerusakan dan penyusutan, biaya kadaluarsa, biaya asuransi, serta biaya administrasi dan pemindahan. Biaya pemilik persediaan (biaya modal) memiliki proporsi sebesar 10-15% dari total biayanya. Biaya ini memiliki komposisi terbesar dibandingkan biaya lainnya, karena biaya ini merupakan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan sebagai modal awal untuk proses produksi. Biaya penyimpanan per periode selalu berubah ubah tergantung kuantitas barang yang disimpan. Semakin banyak barang yang disimpan maka biaya penyimpanan akan semakin besar dan begitu sebaliknya.

4. *Stockout Cost*

Stockout cost adalah biaya yang timbul akibat kekurangan persediaan. Biaya ini muncul ketika permintaan dari konsumen lebih besar dari persediaan. Pada dasarnya biaya kekurangan ini lebih sulit untuk diukur dari pada biaya lainnya. Biaya ini sama dengan kerugian yang muncul ketika perusahaan tidak dapat memenuhi permintaan dari pelanggan. Jika permintaan pelanggan tidak terpenuhi dan pelanggan membeli produk yang sejenis ke perusahaan lain maka akan terjadi *lost sales*. Keadaan tersebut akan menimbulkan kerugian karena proses produksi akan

terganggu dan perusahaan kehilangan kesempatan untuk mendapatkan keuntungan. Biaya kekurangan persediaan dapat diukur dari kuantitas yang tidak dapat dipenuhi, waktu pemenuhan permintaan, dan biaya pengadaan darurat. Terkadang biaya ini disebut juga sebagai biaya kesempatan (*opportunity cost*).

2.2 Model Klasifikasi *Spare parts*

Pengendalian persediaan sangat erat hubungannya dengan proses pengklasifikasian material. Sudah cukup banyak metode klasifikasi material yang digunakan oleh perusahaan. Proses klasifikasi yang dilakukan bertujuan untuk mempermudah pihak terkait, dalam membuat keputusan pengendalian persediaan. Adapun jenis *klasifikasi spare parts* yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah analisis persediaan *spare parts* berbasis risiko.

2.2.1 Analisis Failure Mode Effect Critical Analysis (FMECA)

Failure Mode Effect Critical Analysis (FMECA) merupakan sebuah metode yang mengidentifikasi potensi kegagalan suatu proses yang mempengaruhi kinerja suatu proses tertentu (Warwick Manufacturing Group, n.d). Metode ini merupakan pengembangan dari metode FMEA, dimana pada metode ini mempertimbangkan analisis *criticality* (CA) (Squair, 2015). Metode ini dapat diaplikasikan ke berbagai permasalahan yang ada pada perusahaan salah satunya untuk meningkatkan manajemen persediaan mesin dan peralatan. Pada dasarnya metode ini bersifat kualitatif, namun dapat diubah menjadi kuantitatif dengan cara konsekuensi dan nilai probabilitas kegagalan diperkirakan dalam bentuk angka (Micha et al., 2018). Proses evaluasi terhadap risiko suatu kegagalan mesin dan peralatan terdiri dari atas empat macam antara lain (Warwick Manufacturing Group, n.d).

a. Severity (S)

Kondisi ini menyatakan konsekuensi dari kegagalan harus terjadi. Dimana penilaian tingkat permasalahan merupakan perkiraan secara kuantitatif dari tingkat keparahan yang mempengaruhi permintaan dari konsumen. Skala

penilaian ini berkisaran antara 1-10, dimana 1 merupakan *low risk* dan 10 adalah *high risk*.

b. *Occurrence* (O)

Occurrence merupakan probabilitas atau frekuensi terjadinya kegagalan pada mesin dan peralatan. Skala penilaian ini berkisaran antara 1-10, dimana 1 merupakan sedikit kemungkinan terjadinya kegagalan sedangkan 10 menunjukkan besar kemungkinan terjadinya kegagalan.

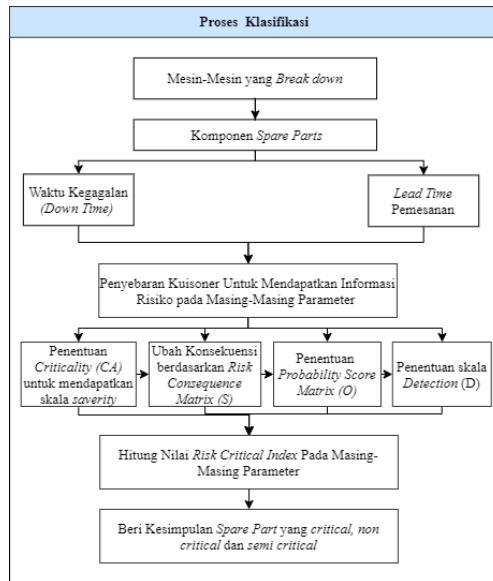
c. *Detection* (D)

Detection merupakan probabilitas kegagalan terdeteksi sehingga efek yang timbul dapat dicegah. Skala penilaian ini berkisaran antara 1-10, dimana skala 1 menunjukkan bahwa kemungkinan besar kegagalan dapat dicegah, sedangkan 10 menunjukkan kecil kemungkinan kegagalan dapat dicegah.

d. *Risk Priority Number (RPN)*

Risk Priority Number (RPN) adalah perkalian antara kejadian, frekuensi terjadinya kegagalan, dan deteksi. Kondisi ini digunakan untuk menentukan peringkat kebutuhan pada saat kondisi pencegahan dan mengurangi tingkat kegagalan suatu mesin atau peralatan. Skala *RPN* berkisar antara 1 hingga 1000 untuk setiap mode kegagalan.

Dalam penelitian ini metode digunakan untuk menentukan tingkat kekritisan jenis *consumable spare parts* pada mesin-mesin yang sering mengalami *breakdown* akibat kekurangan persediaan. Hal pertama yang dilakukan pada analisis FMECA yaitu proses identifikasi FMEA kemudian dilanjutkan dengan analisis *Criticality (CA)*. Adapun parameter yang digunakan dalam melakukan analisis *FMEA* antara lain *lead time*, dan waktu berhentinya mesin beroperasi akibat tidak tersedianya *consumable spare parts* di gudang. Langkah-langkah yang digunakan dalam menentukan kekritisan jenis *consumable spare parts* sesuai dengan konsep FMECA pada manajemen persediaan (Micha et al., 2018).



Gambar 2. 1 *Flowchart Failure Mode Effect Critical Analysis (FMECA)*

Sumber: (Micha et al., 2018)

Berdasarkan gambar 2.1 diatas berikut merupakan langkah-langkah yang digunakan dalam menentukan kekritisan jenis *consumable spare parts* pada manajemen persediaan (Micha et al., 2018).

1. Identifikasi risiko dengan cara melakukan *review* proses yang ada pada perusahaan
2. *Brainstorming* potensi kegagalan
3. Lis potensi efek/risiko dari kegagalan
4. Tetapkan peringkat keparahan (S) pada setiap efek berdasarkan tabel 2. 1 terkait *risk consequence matrix*
5. Tetapkan peringkat keparahan (O) pada setiap efek berdasarkan tabel 2.2 terkait *probability score matrix* berikut.
6. Tetapkan peringkat keparahan (D) pada setiap efek
7. Prioritaskan tingkat kegagalan yang membutuhkan tindakan yang lebih serius
8. Tetapkan peringkat *risk priority rating* (RPN) dengan cara mengalikan tingkat keparahan (S) dengan probabilitas kegagalan (O) dan deteksi (D). Kemudian hasilnya dikomparasikan berdasarkan tabel 2.3 terkait *decision matrix*

Tabel 2. 1 *Risk Consequence Matrix*

| Kategori Konsekuensi | Skor Konsekuensi Untuk Tidak Tersedianya <i>Spare Parts</i> Ketika Diperlukan | | | | |
|--|---|--|---|--|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Keselamatan (kemungkinan cedera jika pabrik beroperasi tanpa suku cadang) | Tidak Ada Masalah Keamanan | Ada masalah keamanan yang dapat dikelola Penggunaan prosedur keselamatan sementara | | | Potensi asli untuk cedera |
| <i>Base on Target Waktu Break Down</i> | <i>Failure</i> menyebabkan <i>down time</i> < 100 jam per musim | <i>Failure</i> menyebabkan <i>down time</i> 100 - 200 jam per musim | <i>Failure</i> menyebabkan <i>down time</i> 200 - 400 jam per musim | <i>Failure</i> menyebabkan <i>down time</i> 400 -600 jam per musim | <i>Failure</i> menyebabkan <i>down time</i> > 600 jam per musim |
| <i>Base On Lead Time</i> | Tidak ada akibat | Proses produksi dapat dilaksanakan namun, ada gangguan kecil | Adanya waktu <i>breakdown</i> akibat kinerja mesin berkurang | Adanya proses yang <i>bottleneck</i> | Proses produksi tidak dapat dilaksanakan sepenuhnya (<i>shutdown</i>) |

Tabel 2. 2 *Probability Score Matrix*

| Kategori | Skor Probabilitas Kegagalan (<i>occurrence</i>) | | | | |
|-----------------------------|---|---|--|--|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Base on down time | Terjadi kegagalan setiap 1 musim sekali | Terjadi kegagalan setiap \leq dari 4 bulan sekali | Terjadi kegagalan setiap \leq dari 1 bulan | Terjadi kegagalan setiap \leq dari 3 minggu sekali | Mengalami kegagalan \leq 1 minggu sekali |
| Base on lead time pemesanan | <i>Lead time</i> < 4 hari | <i>Lead time</i> 4-7 hari | <i>Lead time</i> 7-14 hari | <i>Lead time</i> 14-30 hari | <i>Lead time</i> > 30 hari |

Tabel 2. 3 Skala Deteksi

| | Skala <i>Detection (Rank)</i> | | | | |
|----------|-------------------------------|------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Kriteria | Pasti Terdeteksi | Mudah terdeteksi | Cukup Mudah Terdeteksi | Sulit/Jarang Terdeteksi | Tidak Dapat Terdeteksi |

Tabel 2. 4 Skala *For Criticality*

| Skala | Konsekuensi | Severity As Criticality Matrix | |
|-------|-------------|--|--|
| | | Keterangan | |
| 1 | Minor | Target giling tercapai dan tidak terjadi kerusakan pada mesin | |
| 2 | Signifikan | Target giling tercapai, namun ada sedikit kerusakan pada mesin | |
| 3 | Critical | Target giling tercapai sebagian | |
| 4 | Major | Menyebabkan kerugian besar pada proses produksi | |

| <i>Severity As Criticality Matrix</i> | | |
|---------------------------------------|--------------|--|
| Skala | Konsekuensi | Keterangan |
| 5 | Catastrophic | Hilangnya nyawa dan menyebabkan kerusakan parah pada mesin |

Tabel 2. 5 *Decision Matrix*

| Skor Probabilitas | Skor Konsekuensi | | | | |
|----------------------|------------------|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| 3 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
| 4 | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 |
| 5 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |

Seperti yang pada tabel 2.4 untuk menentukan nilai *criticality* (CA) dapat dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif. Ketika matriks risiko yang digunakan merupakan titik tunggal suatu kegagalan dan hilangnya kejadian berulang, maka tingkat *criticality* dapat dimasukkan ke dalam skala keparahan (s) (Squair, 2015).

Dari hasil *decision matriks* tabel 2.5 didapatkan jenis *consumable spare parts* yang *critical*, *semi critical*, dan *non critical*. Jenis *consumable spare parts critical* ditandai dengan matriks berwarna merah, *semi critical* berwarna kuning, dan *non critical* berwarna hijau. Jenis *consumable spare parts critical* artinya *consumable spare parts* tersebut sangat dibutuhkan dan perlu untuk persediaan lebih. Sedangkan *non critical consumable spare parts* artinya *consumable spare parts* ini jarang dibutuhkan dan keputusan membeli ditunda terlebih dahulu.

Berikut akan ditampilkan tabel perbandingan kelebihan penggunaan FMECA dibanding metode lainnya.

Tabel 2. 6 Perbandingan Kelebihan Penggunaan FMECA

| FMECA | Metode | ABC | Sumber |
|--|--|--|-------------------------------------|
| | | | FMEA |
| Menganalisis modus kegagalan untuk menentukan dampak dari terjadinya kegagalan | Pendekatan fungsional tidak sampai ke part terkecil | Hanya mempertimbangkan kriteria frekuensi pemakaian, Sehingga kondisi ini kurang representatif dengan kondisi dilapangan | (Teixeira , Lopes , & Figuei, 2017) |
| Adanya pertimbangan penentuan <i>criticality</i> (CA) | Tidak mempertimbangkan analisis kekritisan suatu kegagalan | - | (Squair, 2015) |

| Metode | | | Sumber |
|---|---|-----|-------------------|
| FMECA | FMEA | ABC | |
| Informasi yang disediakan bersifat kualitatif dan kuantitatif | Informasi yang disediakan hanya bersifat kualitatif | - | (Squair, 2015) |
| Menghasilkan keandalan yang lebih tinggi | Hanya menentukan mode kegagalan dan risikonya | - | |

2.3 Average Demand Interval (ADI) & Coefficient of Variation (CV²)

Average demand interval (ADI) adalah sebuah metode yang menunjukkan rentang ukuran permintaan rata-rata pada periode tertentu. ADI merupakan metode analisis yang digunakan untuk menentukan pola permintaan (Reorink, 2019). Dimana pola permintaan dapat dibagi menjadi dua yaitu *continuous* dan *intermittent*. Pola permintaan *continuous* mengasumsikan adanya permintaan disetiap waktu sehingga, kondisi seperti ini sering disebut sebagai permintaan *fast moving*. Sedangkan pola permintaan *intermittent* memiliki tingkat pemakaian yang jarang tidak setiap periode ada permintaan. Pola permintaan *intermittent* dapat diklasifikasikan menjadi empat antara lain (Boukhtouta & Jentsch, 2018).

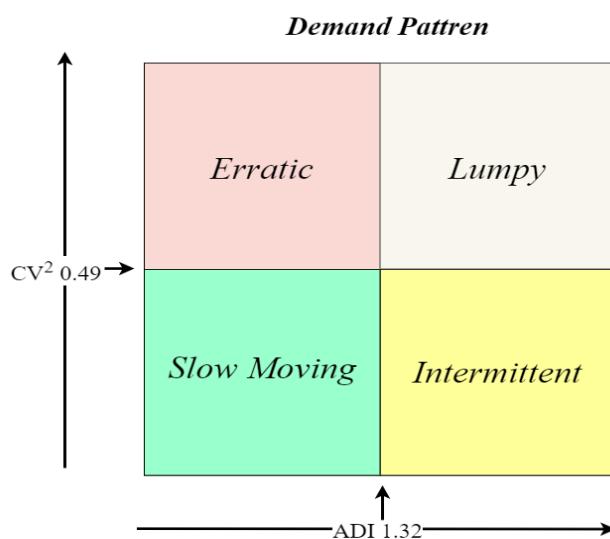
- Intermittent*, merupakan pola permintaan yang memiliki permintaan acak dengan banyak periode yang tidak ada permintaan.
- Erratic*, merupakan pola permintaan dengan pola tidak teratur dengan memiliki tingkat variansi ukuran permintaan dan periode yang tinggi.
- Lumpy*, merupakan pola permintaan dengan tidak ada permintaan dalam jangka waktu yang cukup panjang.
- Slow Moving*, merupakan pola permintaan yang tidak memiliki variansi yang tinggi antara kebutuhan dan kuantitas permintaan

Perhitungan *Coefficient of Variation* dilakukan untuk mengetahui apakah pemenuhan kebutuhan material dapat dihitung menggunakan model *periodic review* atau *continuous review*. Nilai CV² didapatkan dari persamaan berikut. Untuk mendapatkan nilai ADI dan CV² dapat menggunakan persamaan berikut.

$$ADI = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} t_i}{N}, \quad (2.1)$$

$$CV = \frac{\text{Variance demand per periode}}{\text{Square average demand per periode}}, \quad (2.2)$$

Dengan nilai N adalah jumlah periode permintaan tanpa nol, dan t_i merupakan interval antara dua periode permintaan yang tidak nol secara berturut-turut. Menurut Boukhtouta (2018), nilai $ADI \geq 1.32$ dan $CV^2 \leq 0.49$ termasuk ke dalam pola permintaan *intermittent*, nilai $ADI \leq 1.32$ $CV^2 \leq 0.49$ karakteristik pola permintaan *slow moving*, $ADI \leq 1.32$ $CV^2 \geq 0.49$ memiliki pola permintaan *erratic* dan $ADI \geq 1.32$ $CV^2 \geq 0.49$ berpola *lumpy*. Adapun persebaran klasifikasi ADI dan CV sebagai berikut.



Gambar 2. 2 Kategori Pola Permintaan Berdasarkan Nilai ADI & CV^2

Sumber: (Boukhtouta & Jentsch, 2018)

Kategori pola permintaan mempermudah penulis untuk mengetahui kebijakan pengendalian persediaan yang tepat untuk perusahaan. Menurut Lazark, (2014) pola permintaan *erratic* strategi kebijakan yang lebih responsif adalah *continuous review* (s,S). Sedangkan menurut Fengyu & Laura, (2015) pola permintaan *lumpy* lebih cocok menggunakan strategi *periodic review* (R,s,S), karena dapat menaikkan tingkat *service level*.

2.4 Model Pengendalian Persediaan

Pengendalian persediaan merupakan proses perencanaan, pengadaan, pembelian, dan pengawasan terhadap aliran material. Kegiatan ini merupakan kegiatan yang sangat kompleks, karena perusahaan menangani banyak material

yang didalamnya perlu banyak investasi. Dalam sistem pengendalian persediaan hal-hal yang perlu diperhatikan terkait ukuran pemesanan yang optimal, seberapa sering persediaan harus dikontrol dan waktu pengisian (Waters, 2003).

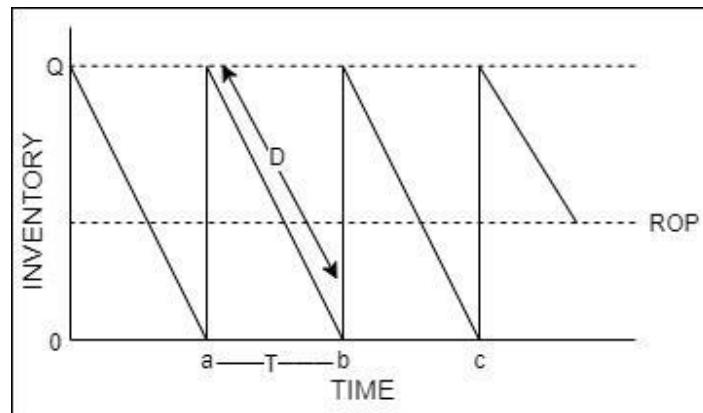
Berdasarkan karakteristik permintaan sistem pengendalian persediaan terbagi menjadi dua yaitu *independent demand system* dan *dependent demand system* (Waters, 2003). *Independent demand system* mengasumsikan bahwa permintaan untuk suatu *item* tidak bergantung pada permintaan *item* lainnya. Salah satu cara untuk mengetahui kuantitas permintaan dimasa yang akan datang dibutuhkan teknik peramalan dengan melihat data historis. Model pengendalian persediaan dalam sistem ini berupa *fixed order quantity* dan *periodic review*. Sedangkan *dependent demand system* adalah permintaan suatu *item* dipengaruhi oleh permintaan *item* lainnya, dalam hal ini tidak dibutuhkan teknik peramalan melainkan perencanaan produksi. Menurut Tersine (1994), model pengendalian persediaan berdasarkan karakteristik permintaan terdiri atas *deterministic models*, dan *probabilistic model*.

2.4.1 Deterministic Models

Pada model *deterministic* semua parameter yang berpengaruh terhadap persediaan diketahui secara pasti (Tersine, 1994). Parameter tersebut meliputi jumlah permintaan, *lead time*, dan biaya persediaan. Namun kenyataannya sangat jarang *ditemui* semua parameter diketahui secara pasti, umumnya bersifat *deterministic*. Meskipun demikian model ini masih banyak digunakan oleh perusahaan, karena perusahaan beranggapan bahwa model ini cukup baik dalam menggambarkan fenomena persediaan. Perusahaan akan melakukan pemesanan *item* ketika nilai persediaan di gudang mencapai nol.

Model *deterministic* dapat didekati dengan model *Economic Order Quantity* (EOQ). EOQ adalah model yang paling sederhana dan paling mendasar untuk menentukan jumlah pemesanan yang ekonomis dalam satu kali pesan dan meminimalkan total biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan (Silver et al., 2017). Menurut Arnold (2008), terdapat lima asumsi yang digunakan dalam model EOQ antara laian (1) Permintaan *item* selama periode perencanaan diketahui secara pasti, (2) Ukuran lot pemesanan tetap untuk setiap kali pemesanan, (3) Biaya pemesanan

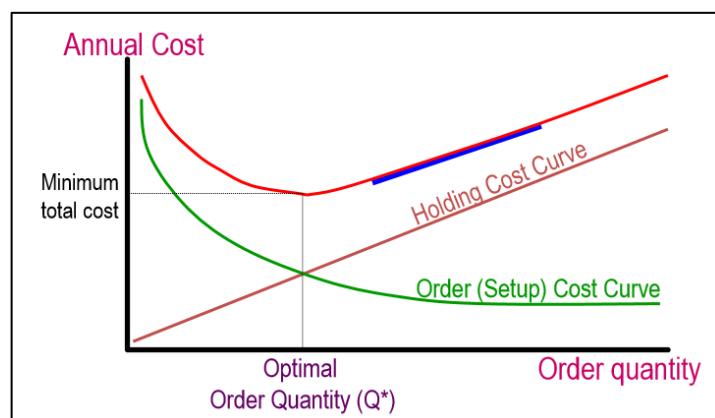
tetap untuk setiap kali pemesanan dan biaya simpan sebanding dengan jumlah barang yang disimpan, (5) Tidak ada keterbatasan, baik dari kemampuan finansial, kapasitas Gudang dan lainnya, berikut akan diilustrasikan model EOQ



Gambar 2. 2 Model EOQ
Sumber: (Arnold, 2008)

Pemesanan kembali dilakukan ketika nilai Q mencapai titik nol dan kuantitas pemesanan sebesar Q setiap periode. Untuk kuantitas pesanan yang ekonomis menghasilkan total biaya yang optimum, maka perlu diketahui komponen biaya yang mempengaruhinya. Terdapat komponen biaya yang digunakan dalam model EOQ sebagai berikut:

- $Unit\ Cost\ (UC) = unit\ cost\ (UC) \times number\ of\ ordered\ (Q)$
- $Reorder\ Cost\ (RC) = reorder\ cost\ (RC) \times number\ of\ orders$
- $Holding\ Cost\ (HC) = holding\ cost\ (HC) \times average\ stock\ level\ (Q/2) \times time(T)$



Gambar 2. 3 Hubungan Biaya dan Jumlah Pemesanan
Sumber: (Arnold et al., 2008)

Gambar 2.2 mengilustrasikan hubungan antara total biaya dengan jumlah pemesanan yang optimal. Adapun perhitungan total biaya / *total cost* (TC) adalah sebagai berikut:

$$TC = (UC \times D) + \frac{RC \times D}{Q} + \frac{HC \cdot Q}{2}, \quad (2.3)$$

Dari persamaan tersebut dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain, (1) biaya penyimpanan akan meningkat sebanding dengan peningkatan jumlah pemesanan, (2) Biaya yang minimum dapat diraih ketika terjadi perpotongan antara biaya penyimpanan dan biaya pemesanan. Persamaan EOQ dapat dibentuk dari turun pertama dari total biaya, berikut ini formula dari bentuk EOQ (Q^*) yang optimum:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot RC \times D}{HC}}, \quad (2.4)$$

Keterangan :

D : Jumlah permintaan per periode

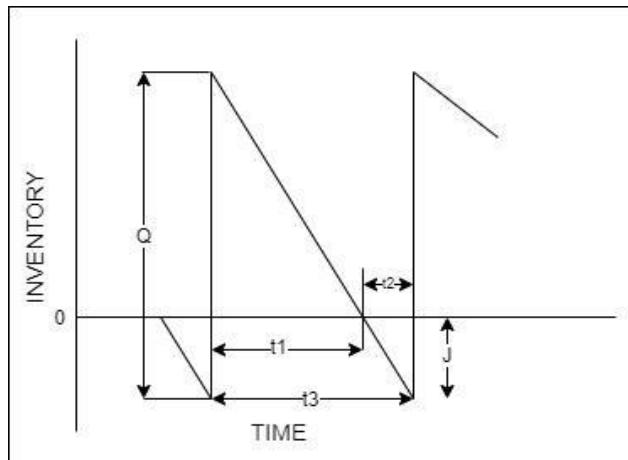
RC : Biaya pesan per periode

HC : Biaya simpan per periode

Q^* : Jumlah kuantitas pesanan optimum

UC : Harga satu *unit* material

Selain model EOQ sederhana terdapat model EOQ yang mempertimbangkan *backordering (shortage)*. *Shortage / backordering* merupakan persediaan yang mengalami kekurangan karena ketidaktersediaan *item*, sehingga permintaan pada model ini akan dipenuhi dikemudian hari. Pada kondisi ini perusahaan tidak mengalami adanya kehilangan penjualan, melainkan perusahaan akan mengeluarkan biaya yang lebih besar akibat keterlambatan pemenuhan permintaan. Dengan adanya hal ini perusahaan dapat mempertimbangkan apakah perusahaan menyimpan persediaan dalam jumlah tinggi atau perusahaan menyimpan dalam jumlah tertentu. Berikut ini akan ditampilkan ilustrasi model EOQ dengan *backordering*.



Gambar 2. 4 Model EOQ *Backordering*
Sumber: (Tersine, 1994)

Jumlah pesanan (Q) dilakukan ketika *stock* mencapai titik pemesanan ulang. J adalah ukuran kehabisan *stock* selama satu periode dan t merupakan waktu suatu pesanan di tempatkan, sehingga besarnya rata-rata biaya penyimpanan selama waktu t sebagai berikut:

$$\frac{HC(Q-J)t_1}{2} = \frac{HC(Q-J)^2}{2D}, \quad (2.5)$$

$$t_1 = \frac{(Q-J)}{D}, \quad (2.6)$$

Dengan periode *stockout* t_2 , dan rata-rata biaya *backordering* selama t_2 sebesar:

$$\frac{KJt_2}{2} = \frac{Kt^2}{2D}, \quad (2.7)$$

$$t_2 = \frac{J}{D} \quad (2.8)$$

Berdasarkan gambar 2.3 maka besarnya biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan selama periode t_3 dan kuantitas pemesanan yang optimal adalah sebagai berikut:

$$TC(Q,J) = UC \times D + \frac{RC \times D}{Q} + \frac{HC(Q-J)^2}{2Q} + \frac{KJ^2}{2Q}, \quad (2.9)$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \times RC \times D}{HC}} \sqrt{\frac{HC+K}{J}}, \quad (2.10)$$

$$J^* = \frac{HC \times Q^*}{HC+K}, \quad (2.11)$$

Jika total *backorder cost* lebih besar daripada total biaya simpan ($K > HC$), dan $HC/(HC+K)$ sama dengan nol, maka *backorders* tidak diizinkan. Ketika total

backorder cost lebih kecil daripada total biaya penyimpanan ($K < HC$), maka $HC/(HC+K)$ sama dengan satu, maka jumlah *backorder* mendekati kuantitas pemesanan yang optimal. Ketika *backorder* diizinkan perhitungan titik pemesanan ulang sebagai berikut:

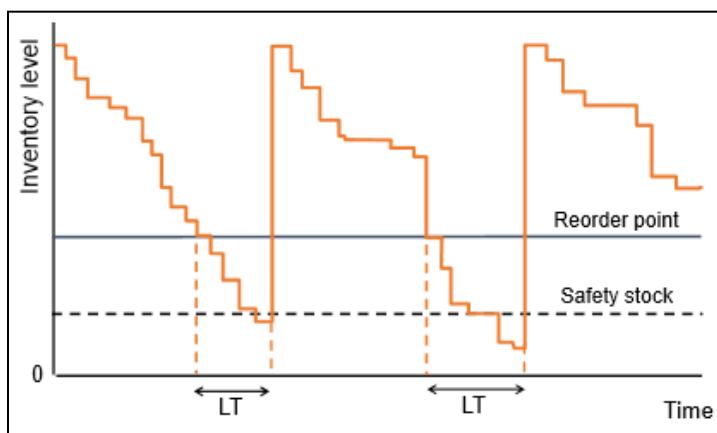
$$ROP = \frac{D \times LT}{N} - J^*, \quad (2.12)$$

Keterangan;

- TC : Total *annual cost per year*
- J : Maksimal *backordering quantity*
- K : *Backordering cost per unit*
- Q^* : Kuantitas pemesanan optimal
- N : Jumlah operasi per tahun
- LT : *Lead Time*

2.4.2 Probabilistic Model

Metode pengendalian persediaan model *probabilistic* adalah metode yang menganggap semua variabel tidak diketahui secara pasti atau bersifat *random* (Tersine, 1994). Berbeda dengan model deterministic yang mengasumsikan bahwa rata-rata permintaan tetap dan mendekati konstan, model ini mengasumsikan permintaan dan *lead time* memiliki probabilitas distribusi tertentu. Karena *demand forecasting* nilainya kurang tepat, maka dibutuhkan *stock pengaman (safety stock)*. Berikut ini adalah gambar persediaan dengan model *probabilistic*.



Gambar 2. 5 Pengendalian Persediaan Model Probabilistik

Sumber: (Tersine, 1994)

Model probabilistic sesuai gambar 2.4 pemesanan *item* dilakukan ketika *item* sudah mencapai *safety stock*, sehingga waktu pemesanan ulang tidak diketahui secara pasti. Model persediaan probabilistik terdiri dari beberapa variabel yang bersifat probabilistic antara lain (Tersine, 1994).

a. Probabilistik Pada *Demand*

Jika *lead time* tidak sama dengan nol, maka ketika perusahaan melakukan pemesanan, pesanan tersebut akan datang setelah *lead time*. Sebaliknya, jika *lead time* sama dengan nol, maka manajemen perusahaan perlu menentukan *reorder point* (Tersine, 1994). Kuantitas pemesanan ulang berdasarkan jumlah permintaan yang terjadi selama *lead time*. Dalam hal ini asumsi yang digunakan yaitu permintaan berdistribusi normal, sehingga besarnya *reorder point* merupakan rata-rata permintaan selama *lead time* ditambah dengan *safety stock* sesuai dengan persamaan berikut.

$$ROP = (D \times LT) + SS, \quad (2.13)$$

$$SS = Z \times \sigma \times \sqrt{LT}, \quad (2.14)$$

Dimana nilai σ adalah standar deviasi *demand*, dan Z merupakan nilai *service level* dari distribusi normal.

b. Probabilistik Pada *Lead Time*

Ketidakpastian pada *lead time* akan menyebabkan kelebihan dan kekurangan persediaan. Ketika *lead time* pemesanan yang diperkirakan lebih pendek dari kondisi aktual, maka permintaan tidak akan dapat dipenuhi sehingga terjadi *stockout*. Sebaliknya ketika *lead time* pemesanan yang diperkirakan lebih lama dibandingkan kondisi aktual, maka mengakibatkan kelebihan persediaan. Model ini mengasumsikan permintaan bersifat konstan per periode dan *lead time* berdistribusi normal, sehingga *service level* (SL) dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$SL = Prob (D \times LT < ROP), \quad (2.15)$$

$$SL = Prob \left(LT < \frac{ROP}{D} \right), \quad (2.16)$$

Sehingga nilai *reorder point* dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$ROP = (D \times LT) + (Z \times \sigma_{LT} \times D), \quad (2.17)$$

c. *Demand* dan *Lead Time Probabilistic*

Model ini diasumsikan bahwa permintaan ataupun *lead time* berdistribusi normal. Jika *demand* memiliki rata-rata D dan standar deviasi sebesar σ_D dan *lead time* mempunyai rata-rata LT dan standar deviasi LT_D , maka *demand* selama *lead time*

$$\sigma_{LTD} = \sqrt{(LT \times \sigma_D^2) + (D^2 \times \sigma_D^2)}, \quad (2.18)$$

Sehingga *reorder point* dan *safety stock* dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$ROP = (D \times LT) + SS, \quad (2.19)$$

$$SS = Z \times \sqrt{(LT \times \sigma_D^2) + (D^2 \times \sigma_D^2)}, \quad (2.20)$$

Dalam penentuan nilai Q optimal dan total biaya persediaan pada model *probabilistic*, untuk *demand* dan *lead time* dicari nilai distribusinya kemudian didapatkan nilai Q optimal sesuai dengan persamaan 2.4. Terdapat dua jenis model pemesanan kembali dalam metode *probabilistic* antara lain (Tersine, 1994).

1. *Continuous Review (Q System)*

Sistem ini merupakan pengendalian persediaan yang dilakukan secara terus menerus dan tidak memperhatikan interval waktu tertentu (Silver et al., 2016). Pemesanan persediaan dilakukan ketika persediaan telah mencapai *reorder point* dan ukuran pemesanan tetap setiap periode. Pada sistem ini barang yang disimpan relatif lebih sedikit dan harus selalu mengupdate tingkat persediaan, sehingga sistem administrasinya lebih berat. Sistem ini diklasifikasikan menjadi dua yaitu:

a. Sistem (s,Q)

Kuantitas pemesanan sama sebesar Q, ketika posisi persediaan mencapai titik pemesanan ulang atau dibawahnya. Untuk memudahkan implementasinya sistem ini sering digunakan *visual review system* dengan metode *two bin system*. Bin 1 berisi persediaan sebesar tingkat *reorder point* sedangkan bin 2 berisi sisa persediaannya. Penggunaan *stock* dilakukan dengan mengambil isi dari bin 2, ketika persediaan di bin 2 sudah habis maka dilakukan pemesanan ulang.

b. Sistem (s,S)

Sistem ini mempertimbangkan posisi tingkat persediaan sebagai pemicu terjadinya pemesanan saat posisi persediaan tepat di posisi “S” (titik

maksimum persediaan). Sistem (s,S) sering disebut juga sebagai sistem *min-max* karena posisi persediaan berada diantara titik persediaan minimal dan maksimal (Silver et al., 2016). Jumlah persediaan dihitung hingga mencapai titik maksimal. Ketika *utilitas* gudang mencapai titik maksimal, maka terjadinya *stock out* akan lebih kecil.

2. *Periodic Review (P System)*

Periodic review merupakan pengendalian persediaan yang dilakukan pada waktu interval tertentu (Ballou, 2004). Pemesanan persediaan dilakukan ketika persediaan telah mencapai periode pemesanan dan ukuran pemesanan berbeda-beda setiap kali pesan. Pada sistem ini membutuhkan tingkat persediaan pengaman yang relatif lebih besar untuk mengantisipasi variansi permintaan selama pesanan belum sampai. Sistem ini diklasifikasikan menjadi dua yaitu:

a. Sistem (R,S)

(R,S) sistem *periodic review* (R), *order up to level* (S) merupakan sistem yang melakukan pemesanan berdasarkan interval waktu yang telah ditetapkan dan bukan sewaktu-waktu ketika pesanan telah mencapai titik pemesanan ulang (*reorder point*). Sistem ini lebih sering digunakan dalam hal mengkoordinasikan penambahan *item* terkait. Kerugian utama dari sistem ini adalah kuantitas pengisian bervariasi sehingga biaya angkut lebih tinggi dari pada sistem lainnya.

b. Sistem (R,s,S)

Sistem ini merupakan kombinasi dari sistem (s,S) dan (R,S) dengan posisi persediaan sebesar R dilakukan pemeriksaan. Jika posisi persediaan berada di bawah atau tepat pada titik pemesanan, maka dilakukan pemesanan untuk menaikkan level persediaan hingga titik S . Sistem ini menghasilkan total biaya pengisian, pengangkutan, dan biaya kekurangan yang lebih rendah dibandingkan sistem lainnya.

2.5 Simulasi

Simulasi merupakan suatu teknik meniru perilaku sebuah sistem yang bertujuan untuk mengevaluasi kinerja suatu sistem tanpa merusak kinerja sistem sesungguhnya (Tersine, 1994). Simulasi mempermudah suatu sistem untuk

melakukan evaluasi tanpa mengeluarkan biaya yang besar jika terjadi kesalahan. Proses simulasi dilakukan secara berulang-ulang untuk mendapatkan hasil yang optimal. Adapun alasan pentingnya dilakukan simulasi (Tersine, 1994).

1. Model simulasi dapat memprediksi perilaku sistem yang kompleks secara akurat dibandingkan model matematis
2. Simulasi memiliki fleksibilitas yang tinggi untuk memodelkan hal-hal yang bersifat *random* (acak)
3. Model simulasi dapat memberikan solusi yang tepat ketika terdapat variabel yang mengandung ketidakpastian, non stasioner dalam pemodelan
4. Simulasi dilakukan untuk menghindari mahalnya biaya dalam melakukan *trial and error* sebuah sistem
5. Memberikan hasil yang mudah dimengerti oleh pihak manajemen
6. Lebih menghemat waktu dibandingkan melakukan percobaan menggunakan *real system*

Dalam simulasi diperlukan memodelkan sistem seperti penggunaan diagram alir dan logika komputer. Menurut Tersine (1994) model ini sangat berkaitan erat dengan simulasi, adapun langkah-langkah untuk melakukan simulasi.

1. Mendefinisikan sistem
2. Membangun model konseptual
3. Pengumpulan data
4. Kembangkan model simulasi
5. Verifikasi dan validasi model simulasi
6. Analisa hasil simulasi

Model simulasi dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu model statis dan dinamis, probabilistik dan deterministik, serta *discrete event* dan *continuous*.

2.5.1 *Statis dan Dinamis*

Model simulasi statis merupakan simulasi yang menggambarkan perilaku suatu sistem yang tidak dipengaruhi oleh adanya perubahan waktu dan terjadi secara acak. Salah satu contoh simulasi dinamis yang sering dijumpai adalah simulasi *monte carlo*. Sedangkan simulasi dinamis adalah model simulasi yang

menggambarkan perilaku suatu sistem yang dipengaruhi adanya perubahan waktu, contohnya simulasi kedatangan pelanggan di restoran, dan sistem dinamik.

Simulasi sistem dinamik merupakan simulasi yang menggambarkan sebab akibat antar variabel. Simulasi sistem dinamis cocok digunakan untuk menggambarkan *single product* dan *multi echelon* (Muravjovs, 2015). Sistem ini mampu untuk menyelesaikan pada sistem yang sangat kompleks (Jovanoski et al., 2021). Menurut Muravjovs (2015) jika simulasi sistem dinamik menggunakan *multi product* menyebabkan model simulasi terlihat saling tumpang tindih.

2.5.2 *Probabilistik dan Deterministik*

Simulasi probabilistic atau stokastik merupakan simulasi yang menggambarkan perilaku suatu sistem secara acak. *Input* dan *output* pada simulasi ini bersifat acak. Pada model simulasi deterministik digunakan ketika *input* bersifat konstan dan menghasilkan *output* bernilai konstan. Simulasi deterministic akan menghasilkan nilai yang sama persis dengan *input* dan tidak peduli berapa kali simulasi itu dijalankan.

2.5.3 *Discrete event dan Continuous*

Simulasi kejadian diskrit merupakan simulasi yang mempertimbangkan perubahan dalam keadaan tertentu dan terjadi pada titik-titik tertentu yang dipicu oleh peristiwa. Contoh peristiwa yang terjadi yaitu kedatangan entitas di *workstation*, akhir sebuah shift, dan kegagalan suatu sumber daya. Pada saat simulasi kejadian diskrit variabel dapat berubah secara tiba-tiba saat suatu peristiwa terjadi. Salah satu contoh *tools* yang digunakan pada simulasi ini yaitu ARENA. *Discrete event simulation* tidak mempedulikan apakah entitas yang disimulasikan adalah produk, orang, atau dokumen (Jovanoski et al., 2021). Model simulasi *continuous* memiliki variabel berubah secara terus menerus (*continuous*).

2.6 *Simulasi Monte Carlo*

Metode simulasi monte carlo merupakan jenis simulasi *probabilistic* dengan melakukan pemetaan angka secara acak (Tersine, 1994). Sebelum melakukan simulasi hal yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah menentukan

probabilitas distribusi dari variabel yang akan diteliti. Distribusi yang sering dijumpai yaitu distribusi normal, weibull, poisson, eksponensial dan sebagainya. Untuk mengetahui jenis distribusinya maka diperlukan pengujian distribusi menggunakan *t-test*. Serangkaian bilangan acak digunakan untuk menggambarkan pergerakan setiap variabel acak dari waktu ke waktu. Adapun kelebihan dari simulasi monte carlo antara lain menghasilkan *output* yang terkendali, hasil dari simulasi membantu untuk mengurangi tingkat risiko terhadap informasi yang diberikan dan cocok digunakan untuk kondisi yang tidak pasti baik dari segi permintaan maupun *lead time*. Sedangkan jenis simulasi ini memiliki kekurangan yaitu perhitungan yang dilakukan bisa memakan waktu lebih lama dari pada model analitik.

Sesuai gambar 2.6 adapun langkah-langkah dalam melakukan simulasi monte carlo sebagai berikut.

- a. Membuat model konseptual dengan cara menentukan parameter, *variable* serta hubungan keterkaitan antar parameter.
- b. Pembentukan bilangan *random* dari perhitungan parameter yang telah dilakukan.
- c. Penentuan probabilitas distribusi dan frekuensi distribusi kumulatif dari variabel yang akan diteliti.
- d. Simulasikan model dan kemudian evaluasi model yang telah dibangun. Dalam menentukan jumlah replikasi maka diperlukan perhitungan nilai n' . Ketika $n' \geq n$, maka model dikatakan cukup, namun jika nilai $n' < n$ maka kembali ke proses penentuan bilangan *random*.

Penentuan jumlah replikasi menggunakan model *half width* dapat dicari dengan persamaan berikut.

$$HW = \frac{(t_{n-1;1-\alpha/2}) \times \sigma}{\sqrt{n}} \quad (2.21)$$

Keterangan:

n : Jumlah data pengamatan

σ : Standar pada uji coba simulasi

$(t_{n-1;1-\alpha/2})$: Nilai tabel distribusi

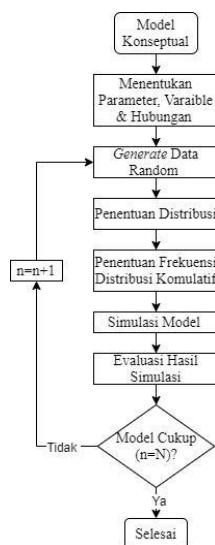
α : Jumlah replikasi percobaan

Setelah didapatkan nilai HW maka, persentase $error$ terhadap nilai rata-rata dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$\% \text{ error} = \frac{HW}{\text{rata-rata nilai output simulasi}} \times 100\%, \quad (2.22)$$

Apabila nilai $error$ berada pada batas $error$ yang ditentukan, maka selanjutnya dilakukan perhitungan jumlah replikasi n' menggunakan persamaan berikut.

$$n' = \left[\frac{(Z_{\alpha/2})^2}{HW} \right], \quad (2.23)$$



Gambar 2. 6 Langkah-Langkah pada Simulasi *Monte Carlo*

Sumber: (Tersine, 1994)

Adapun keunggulan simulasi *monte carlo* dibandingkan dengan jenis simulasi lainnya.

Tabel 2. 7 Perbandingan Simulasi *Monte Carlo* dengan Simulasi Lainnya

| Keterangan | Jenis Simulasi | | |
|------------|---|---|--|
| | <i>Monte Carlo</i> | <i>Discrete Event Simulation</i> (ARENA) | Simulasi Sistem Dinamik |
| Kelebihan | <i>Input</i> bersifat probabilistik (<i>random</i>) | Cocok digunakan untuk kondisi pada titik-titik tertentu (adanya peristiwa). | Cocok digunakan untuk menggambarkan kondisi <i>single product</i> dan <i>multi echelon</i> |

| Keterangan | Jenis Simulasi | | |
|------------|---|---|--|
| | Monte Carlo | Discrete Event Simulation (ARENA) | Simulasi Sistem Dinamik |
| | Cocok digunakan untuk <i>multi product, single echelon</i> dan <i>multi echelon</i> | Efektif untuk variabel rantai pasokan yang berubah secara dinamis | Menggambarkan sebab akibat antar variabel. |
| | Fleksibel dan hampir tidak ada batasan untuk di analisis | Tidak peduli apakah entitas yang disimulasikan adalah produk, orang, atau dokumen | Menghasilkan proyeksi kuantitatif dari perilaku sebuah sistem |
| | Lebih aplikatif dan mudah diterapkan oleh suatu perusahaan | Tingkat kompleksitas yang tinggi | Mampu untuk menyelesaikan pada sistem yang sangat kompleks |
| Kekurangan | <i>Output</i> bersifat acak dan bergantung pada jumlah replikasi | Variabel dapat berubah secara tiba-tiba saat suatu peristiwa terjadi. | Jika <i>input multi product</i> model simulasi terlihat tumpang tindih |
| | Perhitungan bisa memakan waktu lebih lama dari pada model analitik. | Hanya relevan untuk tujuan operasional | Hanya relevan untuk tujuan strategis |

2.7 Penelitian Terdahulu

Sudah cukup banyak penelitian terdahulu yang membahas model pengendalian persediaan. Penelitian yang dilakukan oleh (Budiningsih & Jauhari, 2017), yang membahas model pengendalian persediaan *spare parts* mesin produksi PT. Prima Sejati dengan model kebijakan *continuous review*. Permasalahan yang dihadapi dalam penelitian yang dilakukan yaitu tingginya tingkat persediaan *spare parts* yang dikelola serta penggunaan metode yang intuitif dengan pola permintaan yang *intermittent* dan *lumpy* (Budiningsih & Jauhari, 2017). Dari hasil analisis ABC terdapat 23 *spare parts* yang termasuk kedalam kelompok A, 40 *spare parts* kelompok B, dan 80 *spare parts* kelompok C. Kemudian dilakukan perhitungan pengendalian persediaan menggunakan metode *continuous review* dengan *output* yang dihasilkan yaitu jumlah pemesanan yang optimal, titik pemesanan kembali,

dan *safety stock*. Jumlah pemesanan optimal mulai dari 1 *unit* hingga 1806 *unit*, dengan menghasilkan total biaya yang optimal sebesar Rp. 122.194,00.

Penelitian yang dilakukan oleh Ade (2016), yang melakukan pengendalian persediaan material jenis MRO (*Maintenance, Repair, Operation*) berdasarkan kelompok material studi kasus Kangean Energy Indonesia LTD. Permasalahan yang dihadapi pada penelitian ini yaitu perusahaan belum melakukan perhitungan persediaan yang tepat sehingga perusahaan mengalami penurunan pendapatan. Selain itu perusahaan memiliki karakteristik material MRO yang berbeda-beda dan dalam proses produksi belum mempertimbangkan biaya penyimpanan. Adanya permasalahan tersebut strategi pengendalian persediaan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode (s,Q), (R,s,S), *heuristic* dan membuat MRP.

Penelitian yang dilakukan oleh Hilmah (2019), terkait adanya kelebihan dalam melakukan persediaan *consumable spare parts* mesin, sehingga menimbulkan biaya persediaan yang cukup tinggi. Dalam penelitian ini penulis melakukan klasifikasi ABC dan menghitung nilai *average demand interval* untuk mendapatkan strategi pengendalian persediaan yang tepat. Penelitian ini mengasumsikan bahwa *demand* bersifat acak dan *lead time* tetap. Hasil dari penelitian ini strategi yang cocok digunakan oleh perusahaan yaitu strategi *continuous review* dan *periodic review* dengan pendekatan (s,Q) dan (R,s,S). Kemudian dari hasil perhitungan tersebut penulis melakukan simulasi untuk mendapatkan performansi dari metode yang menghasilkan total biaya yang paling optimal.

Penelitian selanjutnya terkait pengendalian persediaan *consumable spare parts* yang diambil dari masing-masing mesin berdasarkan *lead time*, ketersediaan *consumable spare parts* di pasaran dan waktu kegagalan mesin akibat kekurangan persediaan *consumable spare parts* dengan menggunakan analisis FMECA. Jenis *consumable spare parts* ini memiliki sifat permintaan yang tidak pasti setiap bulannya, sehingga untuk menentukan kebijakan pengendalian persediaan yang tepat dibutuhkan perhitungan ADI, dan CV Parameter persediaan yang diperhitungkan meliputi, kuantitas pemesanan yang optimal (Q^*), *safety stock*, *reorder point*. Hasil perhitungan tersebut akan dilakukan simulasi *monte carlo*,

sehingga performansi yang didapatkan dari hasil simulasi meliputi total biaya persediaan dan *service level*. Hasil simulasi tersebut akan dibandingkan dengan kondisi eksisting perusahaan. Berikut ini ditampilkan gap penelitian terdahulu dan posisi penelitian saat ini.

Tabel 2. 8 Penelitian Terdahulu

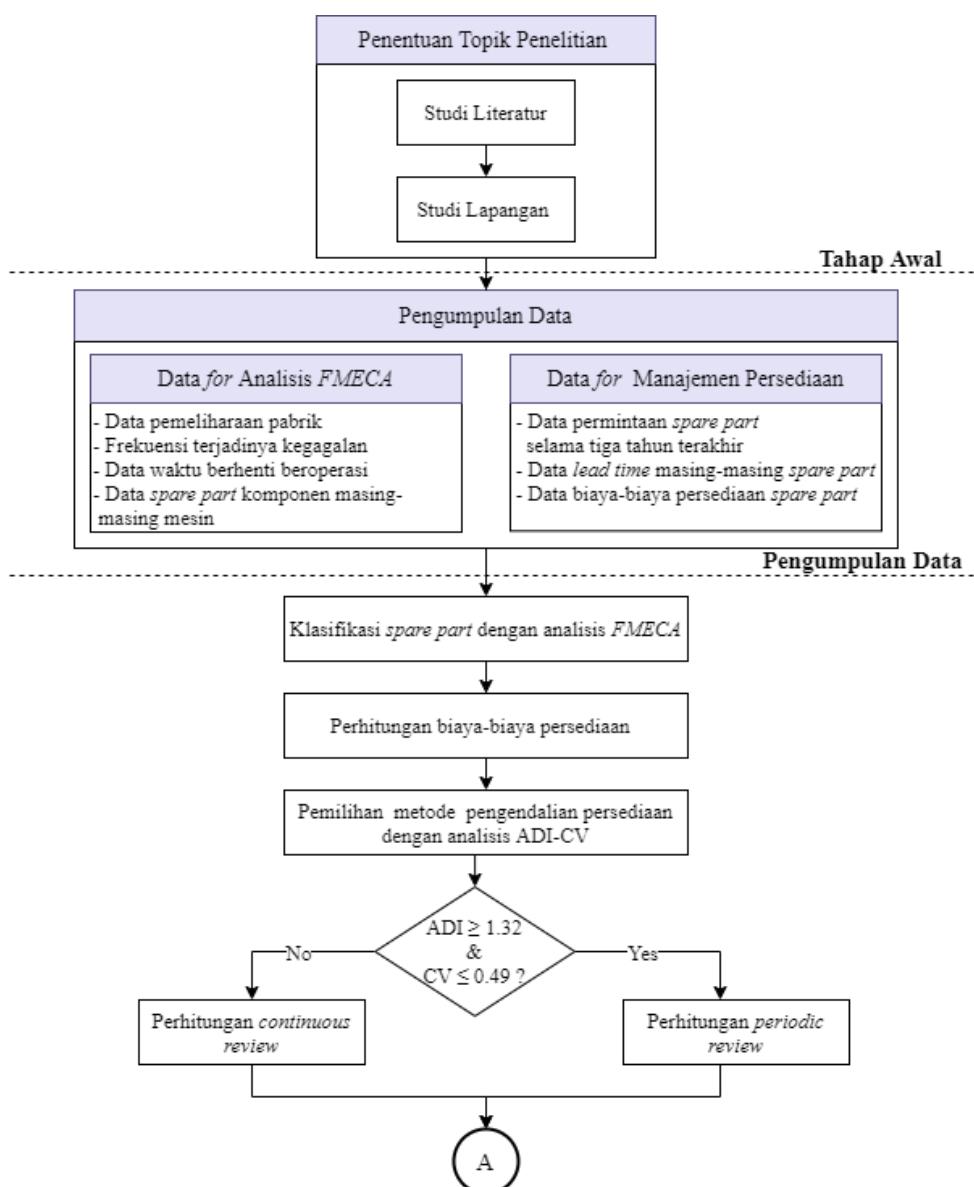
| Nama Pengarang | Tahun | Judul | Jenis Material | Objek Amatan | Metode Pengendalian Persediaan |
|--|-------|--|---|-----------------------------|---|
| Hilmah Farah | 2019 | Pengendalian Persediaan <i>Consumable spare parts</i> Mesin Pada Industri Velg Kendaraan | <i>Consumable spare parts</i> | Industri Valeg | Model continues review (R,s,S) dan <i>Periodic Review</i> dengan simulasi Monte Carlo |
| Ade Putro | 2016 | Analisa Pengendalian Persediaan Material Jenis MRO Berdasarkan Kelompok Material | Material Maintenance, Repair, Operation (MRO) | Kagean Energy Indonesia LTD | Metode (s,Q) dan (R,s,S) Heuristik dan pembuatan MRP |
| Endah Budiningsih dan Wakhid Ahmad Jauhari | 2017 | Analisa Pengendalian <i>Consumable spare parts</i> Mesin Produksi di PT. Prima Sejati Sejahtera dengan Metode <i>Continuous Review</i> | <i>Consumable spare parts</i> mesin produksi | PT. Prima Sejati | Metode <i>Continuous Review</i> |

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

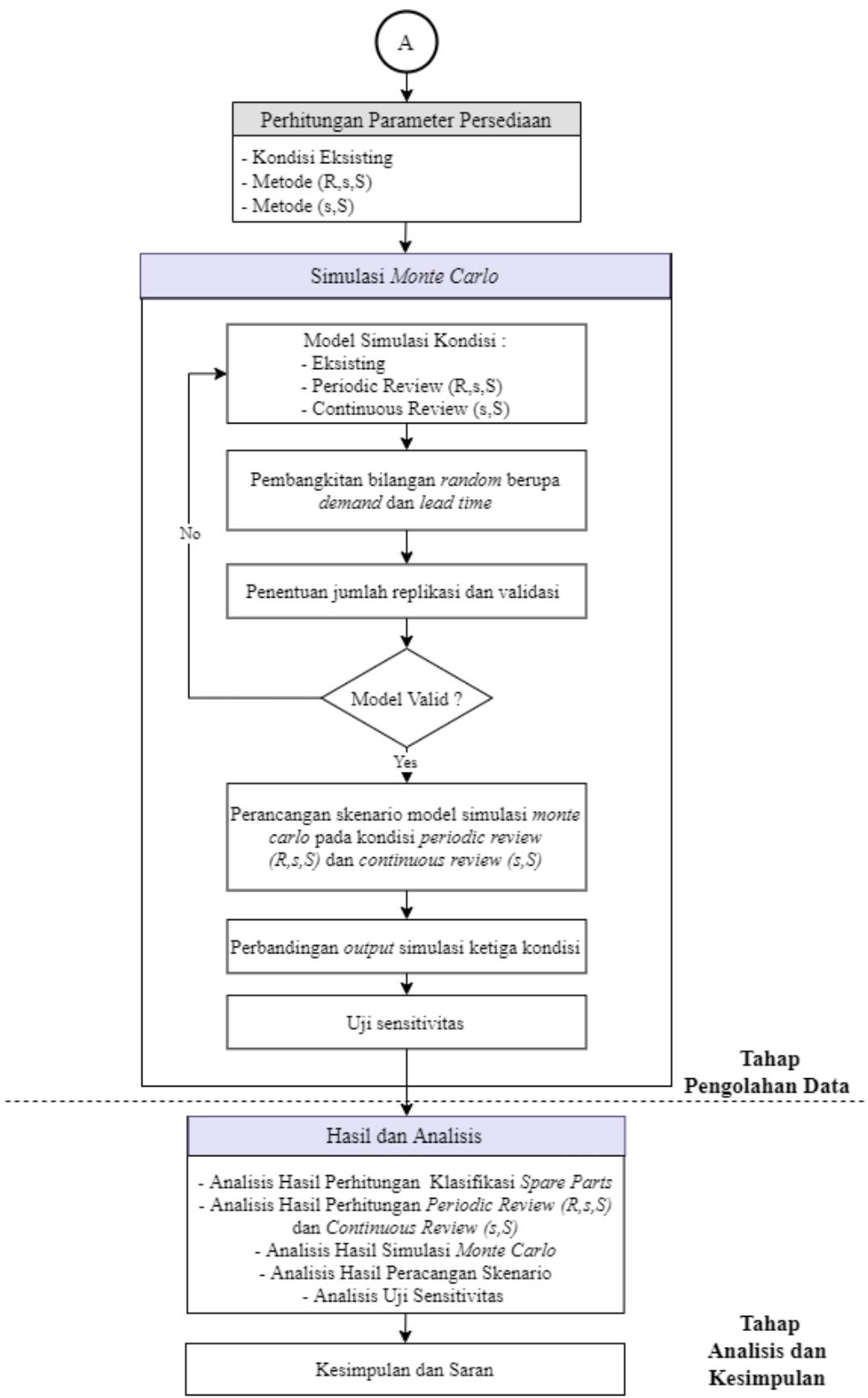
BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai metodologi dalam pengerjaan penelitian ini yang ditampilkan dalam bentuk *flowchart*. Dalam penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahap yaitu tahap perumusan masalah, pengumpulan data, pengolahan data, penarikan kesimpulan dan saran. *Flowchart* metodologi penelitian ditampilkan pada gambar berikut.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Metodologi Penelitian



Gambar 3. 2 Flowchart Metodologi Penelitian (Lanjutan)

3.1 Tahap Pendahuluan

Tahap ini merupakan tahap awal dalam melakukan penelitian, dimana akan dijelaskan mengenai bagaimana penulis mendapatkan topik yang akan dijadikan bahan penelitian. Tahapan ini berfungsi untuk membantu penulis dalam mengidentifikasi permasalahan yang sering terjadi pada ruang lingkup manajemen persediaan. Dengan dilakukannya studi literatur diharapkan dapat membantu kerangka berpikir penulis dalam mengidentifikasi dan memecahkan permasalahan yang sedang dihadapi terkait pengendalian persediaan di suatu perusahaan. Hal lain yang didapatkan dari tahap ini yaitu penulis mendapatkan referensi strategi pengendalian persediaan yang mendukung untuk permasalahan pada penelitian ini.

Tahapan studi lapangan dilakukan untuk melakukan observasi secara langsung terhadap permasalahan yang sedang dihadapi oleh perusahaan terkait manajemen persediaan. Tahapan ini dilakukan dalam beberapa hal, yaitu mencari informasi terkait proses bisnis yang dijalankan pada departemen *inventory control*, dan mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada manajemen persediaan perusahaan. Selain melakukan pengamatan langsung dilakukan wawancara kepada staf ahli departemen *inventory control* untuk mendapatkan akar permasalahan yang terjadi terkait pengendalian persediaan.

3.2 Pengumpulan Data

Tahap ini merupakan tahapan pengumpulan data yang terdiri data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dengan cara pengamatan langsung yang dilakukan dengan cara wawancara kepada staf ahli departemen *inventory control*. Sedangkan data sekunder merupakan data yang dapatkan dari data historis perusahaan. Adapun data yang diperoleh sebagai berikut.

1. Data Primer

- a. Proses bisnis yang dijalankan oleh perusahaan terkait pengendalian persediaan.

- b. Risiko akibat kekurangan persediaan *consumable spare parts*

2. Data Sekunder

- a. Data permintaan *consumable spare parts* musim giling empat tahun terakhir dari tahun 2016 hingga 2019

- b. Data mesin *breakdown* saat musim giling empat tahun terakhir
- c. Data *stock material consumable spare parts* di gudang empat tahun terakhir
- d. Data minimal dan maksimal *stock* gudang yang telah ditetapkan oleh perusahaan
- e. Data *lead time consumable spare parts* musim giling empat tahun terakhir dari tahun 2016 hingga 2019
- f. Data material *in* dan *out* selama musim giling empat tahun terakhir dari tahun 2016 hingga 2019
- g. Data terkait biaya persediaan yang meliputi biaya pembelian *consumable spare parts*, biaya penyimpanan, dan biaya pemesanan

3.3 Pengolahan Data

Pada tahapan ini dilakukan pengolahan data dari data yang telah terkumpul sebelumnya. Dalam pengolahan data dilakukan dengan enam tahap.

3.3.1 Analisis FMECA

Consumable spare parts akan dikelompokkan berdasarkan analisis *failure mode, effect, critical analysis* dengan mengambil lima *consumable spare parts* teratas dari masing-masing kelas. Proses analisis FMECA sesuai dengan penjelasan pada sub bab 2.2 yang mana pada proses ini akan mempertimbangkan *lead time*, dan waktu terjadinya kegagalan (*down time*). Selanjutnya dilakukan perhitungan komponen biaya persediaan yang meliputi biaya pembelian (UC) masing-masing *consumable spare parts*, biaya pemesanan (RC), biaya simpan (HC) yang terdiri dari biaya peralatan, biaya pekerja, dan biaya kekurangan persediaan. Tahap-tahap untuk melakukan klasifikasi *consumable spare parts* menggunakan analisis FMECA sesuai dengan studi literatur pada sub bab 2.2.4.

3.3.2 Perhitungan Analisis ADI-CV²

Perhitungan ADI-CV² mempermudah penulis untuk mengetahui kebijakan pengendalian persediaan yang tepat untuk perusahaan. Menurut nilai $ADI \geq 1.32$ dan $CV^2 \leq 0.49$ metode pengendalian persediaan yang cocok digunakan yaitu metode *periodic review* dengan memperhitungkan nilai *reorder point* yaitu (R,s,S),

sedangkan nilai $ADI < 1.32$ metode yang digunakan yaitu metode *continuous review* (s, S).

3.3.3 Perhitungan Parameter Persediaan Periodic Review (R, s, S)

Metode ini akan menghasilkan jumlah *replenishment*, *holding cost*, dan *shortage cost* yang lebih rendah dibandingkan dengan sistem lainnya. Sehingga dibutuhkan perhitungan yang lebih mendalam untuk mendapatkan parameter persediaan berupa *review interval* (R), *reorder point* (s), dan *maximum inventory level* (S) pada masing-masing *consumable spare parts*. Berikut akan ditampilkan persamaan (R, s, S) menurut Smith (1989).

- 1) Menghitung nilai kuantitas pesanan

$$q^* = \sqrt{\frac{2 \times RC \times D}{Hc}}, \quad (3.1)$$

- 2) Menghitung nilai K

$$F_{L+W}(K) = \frac{s_c \times D - Hc \times q^*}{s_c - D}, \quad (3.2)$$

Dimana nilai K didapatkan dari tabel *safety factor*

- 3) Menghitung nilai *safety stock*

$$SS = K \times \sigma_{LT+R}, \quad (3.3)$$

- 4) Menghitung *reorder point* (s) dan maksimal *inventory level* (S)

$$s(ROP) = \mu_{LT+R} + SS + \frac{D \times R}{2}, \quad (3.4)$$

$$S = q^* + s - \frac{D \times R}{2}, \quad (3.5)$$

Keterangan:

R : Interval waktu antar pemesanan (bulan)

μ_{LT+R} : Rata-rata permintaan selama waktu *review* (*unit*)

D : Permintaan *consumable spare parts* (*unit/bulan*)

LT : *Lead time* (bulan)

Hc : Biaya simpan (Rp/*unit*)

Rc : *Order cost* (Rp/Pesan)

Uc : *Unit cost* (Rp/*Unit*)

Sc : *Shortage cost* (Rp/*Unit*)

σ_{LT+R} : Standar deviasi selama waktu *review* dan *LT* (*unit*)

q^* : Ukuran lot pemesanan (*unit*)

K : *Safety factory*

SS : *Safety Stock (unit)*

ROP(s): *Reorder point (unit)*

S : Maksimal *Inventory (unit)*

3.3.4 Perhitungan Parameter Persediaan Continuous Review (*s,S*)

Parameter persediaan untuk metode *continuous review* diperhitungkan menggunakan pendekatan Smith dimana parameter yang diperhitungkan antara lain *reorder point (s)*, dan *maximum inventory level (S)*. Perhitungan ini berdasarkan data historis *consumable spare parts* perusahaan selama empat tahun terakhir. Berikut ini akan ditampilkan formula untuk mendapatkan nilai q^* , s , dan S menurut Smith (1989)

- 1) Menghitung nilai q^* dengan formula berikut,

$$q^* = \sqrt{\frac{2 \times R_c \times D}{H_c}}, \quad (3.6)$$

- 2) Menghitung nilai K

$$F_{LT}(K) = \frac{S_c \times D - H_c \times q^*}{S_c - D}, \quad (3.7)$$

Dengan K didapatkan dari tabel *safety factor*

- 3) Menghitung Nilai *safety stock*

$$SS = K \times \sigma_{LT}, \quad (3.8)$$

- 4) Menghitung nilai ROP (s) dan persediaan Maksimum

$$s(ROP) = \mu_{LT} + SS, \quad (3.9)$$

Dengan nilai μ_L sebesar

$$\mu_L = rata^2 D \times L_T, \quad (3.10)$$

$$S = q^* + s, \quad (3.11)$$

Keterangan:

D : Permintaan *consumable spare parts (unit/bulan)*

LT : *Lead time (bulan)*

H_c : Biaya simpan (Rp/unit)

R_c : *Order cost (Rp/Pesan)*

| | |
|-----------------|-------------------------------|
| U_c | : Unit cost (Rp/Unit) |
| S_c | : Shortage cost (Rp/Unit) |
| σ_{LT} , | : Standar deviasi lead time |
| q^* | : Ukuran lot pemesanan (unit) |
| s | : reorder point (unit) |
| K | : Safety factory |
| SS | : Safety Stock (unit) |
| μ | : Rata-rata permintaan (unit) |

3.3.5 Pembuatan Model Simulasi Monte Carlo

Berdasarkan perhitungan parameter persediaan dipilih metode yang menghasilkan nilai *service level* dan total biaya persediaan yang paling optimal. Kemudian dibagun model simulasi *monte carlo* dengan parameter sebagai berikut.

1. Persediaan awal, merupakan jumlah persediaan yang digunakan pada awal periode. Jumlah persediaan awal periode berdasarkan persediaan minimum yang dihasilkan pada metode yang terpilih. Untuk persediaan periode berikutnya berdasarkan persediaan akhir pada periode sebelumnya.
2. Jumlah *order* yang datang, dilihat dari jumlah pesanan yang datang dari *supplier*. Asumsi pada periode pertama jumlah pemesanan yang datang adalah “0”. Jumlah order datang berkaitan dengan order tiba sehingga untuk memudahkan perhitungan menggunakan rumus *countif* pada *Ms.excel*
3. Jumlah *stock* yang tersedia dapat dihitung dari persediaan akhir dikurangi dengan jumlah pesanan yang datang.
4. *Demand* dari konsumen merupakan *generate* bilangan *random* berdasarkan nilai probabilitas dari *demand* pada kondisi eksisting.
5. *Demand* yang terpenuhi merupakan jumlah permintaan yang terpenuhi pada periode tersebut. Kondisi ini dapat dihitung dengan melihat nilai minimal antara *demand* dengan persediaan yang ada
6. Persediaan akhir, dilihat dari jumlah persediaan awal dikurangi dengan jumlah *demand* yang terpenuhi

7. *Stockout*, kondisi ini menggambarkan ketika perusahaan tidak dapat memenuhi *demand* dari *user*.
8. Keputusan order berdasarkan jumlah persediaan yang tersedia pada periode akhir. Kondisi ini menggunakan *formula* “0 & 1”, dimana “0” menyatakan tidak ada proses pemesanan pada periode tersebut, sedangkan “1” terdapat pemesanan ulang pada periode tersebut.
9. *Lead time* didapatkan berdasarkan kondisi eksisting
10. Periode pemesanan tiba, kondisi ini berdasarkan keputusan untuk melakukan pemesanan ulang berdasarkan durasi *lead time* kondisi eksisting
11. Biaya-biaya persediaan yang meliputi biaya melakukan pemesanan ulang (RC), biaya penyimpanan (HC), dan biaya kekurangan persediaan (SC)
12. *Service level (SL)* dimana kondisi ini menggambarkan performansi perusahaan dalam memenuhi *demand* dari *user*.

3.3.6 Perancangan Skenario Simulasi Monte Carlo

Perancangan skenario dilakukan dengan mengubah nilai maksimal persediaan sedikit demi sedikit untuk mendapatkan *output* dari simulasi berupa *service level* dan total biaya persediaan. Dalam melakukan simulasi penulis perlu memperhatikan atribut simulasi yaitu jumlah replikasi dari simulasi

3.3.7 Uji Sensitivitas

Tujuan dilakukan uji sensitivitas adalah untuk melihat seberapa *robust* model simulasi yang dijalankan terhadap perubahan parameter ketidakpastian yang ada. *Output* dari hasil uji sensitivitas adalah *service level*, *total cost*, dan jumlah *stockout*.

3.4 Analisis Data dan Kesimpulan

Sub bab ini merupakan tahapan terakhir dari penggerjaan penelitian. Tahapan ini terdiri atas tahapan analisis hasil pengolahan data serta penarikan kesimpulan dan saran.

3.4.1 Analisis

Tahap ini penulis melakukan analisis terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan. Analisis ini berfungsi untuk membandingkan kebijakan pengendalian persediaan kondisi eksisting dengan menggunakan beberapa skenario yang dibangun agar mendapatkan kebijakan persediaan yang tepat

3.4.2 Kesimpulan dan Saran

Tahapan ini akan ditampilkan kesimpulan dari hasil penelitian yang menjawab apa yang telah dituliskan pada tujuan penelitian. Selain itu diberikan saran untuk penelitian selanjutnya yang terkait topik yang bersangkutan sebagai evaluasi agar penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan lebih baik lagi.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 4

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai pengumpulan data dan pengolahan data. Dimana data yang dibutuhkan terdiri dari data permintaan dan *stock consumable consumable spare parts* pada saat musim giling selama tiga musim terakhir, serta komponen biaya persediaan. Data yang terkumpul kemudian akan diolah sesuai dengan metode pada penelitian ini yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya.

4.1 Pengumpulan Data

Pada sub bab ini ditampilkan hasil pengumpulan data yang digunakan pada penelitian Tugas Akhir. Data yang terkumpul meliputi data waktu *breakdown* mesin pada stasiun gilingan, pemurnian, dan *consumable consumable spare parts* pada mesin yang melebihi batas waktu *breakdown*, harga dan *lead time* masing-masing *consumable spare parts*.

4.1.1 Data Mesin Break Down

PT. Y merupakan perusahaan yang memproduksi gula putih terbesar di Jawa Timur. Dalam proses produksi tentunya dibutuhkan perawatan mesin-mesin produksi untuk menunjang kelancaran sistem produksinya. Ketika tidak dilakukan perawatan ataupun penggantian *part* mesin maka menyebabkan mesin mengalami *break down*. Berikut ini akan ditampilkan data tahun 2016 hingga 2019 mesin-mesin yang melebihi batas waktu *break down* pada saat musim giling.

Tabel 4. 1 Mesin yang Melebihi Batas *Down Time* pada Empat Musim Terakhir

| Tahun 2016 | | | | | | | | Total <i>Down Time/ Musim</i> | |
|------------|--------------------|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|
| No. Mesin | Nama Mesin | Waktu Berhenti Beroperasi (jam) | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| 1225.1001 | Cane cutter | 238 | 185 | 189 | 177 | 190 | 175 | 1154 | |
| 1225.1075 | Cane feeding table | 168 | 92 | 210 | 90 | 189 | 0 | 749 | |
| 1225.1005 | Unigrator | 172 | 77 | 289 | 84 | 178 | 75 | 875 | |

| Tahun 2016 | | | | | | | | |
|------------|----------------------|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| No. Mesin | Nama Mesin | Waktu Berhenti Beroperasi (jam) | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| 1401.2109 | Mill | 42 | 190 | 98 | 0 | 31 | 47 | 408 |
| 1620.1028 | Juice Strainer | 69 | 121 | 31 | 128 | 65 | 50 | 464 |
| 1401.2113 | Evaporator | 33 | 30 | 36 | 0 | 48 | 0 | 147 |
| 1401.2113 | Continuous Clarifier | 29.1 | 132 | 29 | 82 | 0 | 82 | 354.1 |
| Tahun 2017 | | | | | | | | |
| No. Mesin | Nama Mesin | Waktu Berhenti Beroperasi (jam) | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| 1225.1001 | Cane cutter | 172 | 59 | 175 | 279 | 173 | 273 | 1131 |
| 1225.1075 | Cane feeding table | 150 | 74 | 252 | 0 | 60 | 88 | 624 |
| 1225.1005 | Unigrator | 85 | 167 | 75 | 86 | 280 | 173 | 866 |
| 1401.2109 | Mill | 50 | 39 | 17 | 0 | 210 | 77 | 393 |
| 1620.1028 | Juice Strainer | 27 | 48 | 73 | 78 | 128 | 156 | 510 |
| 1401.2113 | Evaporator | 28 | 28 | 20 | 0 | 27 | 0 | 103 |
| 1401.2113 | Continuous Clarifier | 16.1 | 0 | 0 | 189 | 0 | 33 | 238.1 |
| Tahun 2018 | | | | | | | | |
| No. Mesin | Nama Mesin | Waktu Berhenti Beroperasi (jam) | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| 1225.1001 | Cane cutter | 277 | 75 | 267 | 78 | 186 | 278 | 1161 |
| 1225.1075 | Cane feeding table | 150 | 0 | 0 | 267 | 260 | 185 | 862 |
| 1225.1005 | Unigrator | 0 | 275 | 185 | 278 | 286 | 78 | 1102 |
| 1401.2109 | Mill | 56 | 27 | 29 | 0 | 235 | 23 | 370 |
| 1620.1028 | Juice Strainer | 19 | 48 | 128 | 15 | 0 | 110 | 320 |
| 1401.2113 | Evaporator | 0 | 48 | 33 | 18 | 72 | 37 | 208 |
| 1401.2113 | Continuous Clarifier | 0 | 21 | 116 | 0 | 0 | 90 | 227 |
| Tahun 2019 | | | | | | | | |
| No. Mesin | Nama Mesin | Waktu Berhenti Beroperasi (jam) | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| 1225.1001 | Cane cutter | 277 | 182 | 273 | 279 | 281 | 185 | 1477 |
| 1225.1075 | Cane feeding table | 0 | 28 | 189 | 0 | 480 | 227 | 924 |
| 1225.1005 | Unigrator | 277 | 182 | 105 | 91 | 273 | 90 | 1018 |
| 1401.2109 | Mill | 0 | 72 | 0 | 256 | 0 | 29 | 357 |
| 1620.1028 | Juice Strainer | 23 | 0 | 110 | 70 | 0 | 107 | 310 |

| Tahun 2016 | | | | | | | | |
|------------|----------------------|---------------------------------|----|-----|---|----|----|---------------------------------|
| No. Mesin | Nama Mesin | Waktu Berhenti Beroperasi (jam) | | | | | | Total Down Time/ Musim |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| 1401.2113 | Evaporator | 36 | 0 | 33 | 0 | 89 | 52 | 210 |
| 1401.2113 | Continuous Clarifier | 33 | 24 | 108 | 0 | 12 | 90 | 267 |

4.1.2 Data Permintaan Consumable Spare parts Musim Giling

Consumable spare parts merupakan material yang digunakan secara rutin dalam proses penggantian spare parts pada saat musim giling. *Consumable spare parts* yang digunakan dalam penelitian ini merupakan *consumable spare parts* berdasarkan mesin-mesin yang melebihi batas waktu *break down* pada tiga stasiun. Jenis *consumable spare parts* ini meliputi mata pisau, mur baut, *bearing*, dan jenis *consumable spare parts* lainnya.

Tabel 4. 2 Data Permintaan *Consumable Spare Parts* pada Mesin *Break Down*

| No | Kode Barang | Demand Bulan Ke- | | | | | | | | | | Total Demand |
|-----|-------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ... | 24 | | |
| 1 | 3055.093 | 0 | 13 | 8 | 7 | 0 | 14 | 17 | ... | 10 | 224 | |
| 2 | 3059.019 | 0 | 12 | 25 | 19 | 5 | 9 | 19 | ... | 0 | 334 | |
| 3 | 3093.000023 | 0 | 50 | 15 | 32 | 42 | 0 | 10 | ... | 9 | 492 | |
| 4 | 3055.095 | 17 | 0 | 25 | 19 | 26 | 10 | 29 | ... | 15 | 267 | |
| 5 | 3055.094 | 0 | 2 | 8 | 1 | 1 | 7 | 5 | ... | 5 | 69 | |
| 6 | 3055.097 | 1 | 4 | 1 | 5 | 2 | 0 | 5 | ... | 5 | 57 | |
| 7 | 3055.075 | 4 | 3 | 2 | 0 | 7 | 0 | 4 | ... | 4 | 76 | |
| 8 | 3055.073 | 1 | 0 | 3 | 1 | 4 | 1 | 3 | ... | 1 | 42 | |
| 9 | 3055.071 | 0 | 5 | 2 | g | 0 | 1 | 4 | ... | 0 | 78 | |
| 10 | 3086.008 | 9 | 21 | 5 | 6 | 36 | 10 | 42 | ... | 0 | 340 | |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | |
| 43 | 3055.192 | 0 | 2 | 4 | 0 | 2 | 0 | 1 | ... | 0 | 58 | |

Dapat dilihat pada tabel 4.2 data permintaan *consumable spare parts* tertinggi dari tiga tahun terakhir pada mesin yang mengalami *break down* yaitu *consumable spare parts* nomor 3055.093 sebesar 224 unit, dengan rata-rata permintaan sebesar 56 unit per musimnya.

4.1.3 Data Stock Consumable Spare Sarts pada Mesin Mengalami Break Down

Berikut ini merupakan data *stock consumable consumable spare parts* pada mesin-mesin yang melebihi batas maksimal *break down*. Data *stock consumable consumable spare parts* yang ditampilkan merupakan data saat musim giling pada 4 musim terakhir yaitu tahun 2016 hingga tahun 2019. Data ini akan digunakan sebagai *input* untuk melihat seberapa banyak penggunaan *consumable consumable spare parts* pada saat musim giling di empat musim terakhir.

Tabel 4. 3 Data *Stock Consumable Spare Parts* di Gudang

| No | Kode Barang | Satuan | Mi n Sto k | Ma x Sto k | Stock Bulan Ke- | | | | | | | | | |
|-----|----------------|--------|------------------|------------------|-----------------|-----|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|--|
| | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ... | 24 | |
| 1 | 3055.093 | Buah | 5 | 52 | 10 | 54 | 41 | 33 | 26 | 64 | 50 | ... | 10 | |
| 2 | 3059.019 | Buah | 5 | 80 | 5 | 80 | 31 | 7 | 0 | 10 1 | 70 | ... | 10 | |
| 3 | 3093.000 02 | Buah | 10 | 50 | 70 | 20 | 5 | 0 | 92 | 0 | 0 | ... | 15 | |
| 4 | 3055.095 | Buah | 3 | 40 | 0 | 50 | 33 | 8 | 0 | 70 | 23 | ... | 20 | |
| 5 | 3055.094 | Buah | 2 | 10 | 0 | 0 | 5 | 0 | 18 | 14 | 7 | ... | 1 | |
| 6 | 3055.097 | Buah | 2 | 10 | 1 | 0 | 15 | 10 | 5 | 3 | 3 | ... | 0 | |
| 7 | 3055.075 | Buah | 2 | 10 | 0 | 12 | 5 | 3 | 15 | 5 | 5 | ... | 4 | |
| 8 | 3055.073 | Buah | 2 | 8 | 2 | 1 | 10 | 7 | 6 | 2 | 1 | ... | 0 | |
| 9 | 3055.071 | Buah | 2 | 10 | 12 | 12 | 7 | 5 | 1 | 0 | 5 | ... | 12 | |
| 10 | 3086.008 | Buah | 5 | 35 | 4 | 30 | 43 | 12 | 26 | 0 | 55 | ... | 2 | |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | |
| 43 | 3055.192 | Buah | 3 | 10 | 7 | 0 | 25 | 25 | 4 | 1 | 25 | | 0 | |

4.1.4 Data Harga per Unit dan Lead Time Consumable Spare Parts

Berikut ditampilkan harga per *unit* material dan *lead time* dari masing-masing *consumable spare parts*. Dalam penelitian ini diasumsikan bahwa harga per *unit* material tetap selama 4 musim giling terakhir. Data ini akan digunakan untuk

menghitung *capital cost* dan perhitungan parameter kebijakan pengendalian persediaan.

Tabel 4. 4 Data Harga per *Unit* Material dan *Lead Time* Pemesanan

| No | Kode Barang | Satuan | Harga Per <i>Unit</i> | LT (hari) |
|-----|-------------|--------|-----------------------|-----------|
| 1 | 3055.093 | Buah | Rp 16,386,150 | 52 |
| 2 | 3059.019 | Buah | Rp 92,500 | 52 |
| 3 | 3093.000023 | Buah | Rp 82,800 | 21 |
| 4 | 3055.095 | Buah | Rp 7,448,250 | 29 |
| 5 | 3055.094 | Buah | Rp 3,799,000 | 78 |
| 6 | 3055.097 | Buah | Rp 221,200 | 30 |
| 7 | 3055.075 | Buah | Rp 9,752,000 | 29 |
| 8 | 3055.073 | Buah | Rp 10,522,050 | 29 |
| 9 | 3055.071 | Buah | Rp 4,157,700 | 30 |
| 10 | 3086.008 | Buah | Rp 1,191,550 | 30 |
| 11 | 3091.371 | Buah | Rp 10,265,700 | 28 |
| 12 | 3092.007 | Buah | Rp 893,700 | 52 |
| 13 | 3092.009 | Buah | Rp 5,958,600 | 30 |
| 14 | 3021.002 | KG | Rp 228,600 | 21 |
| 15 | 3059.004 | Buah | Rp 1,392,500 | 28 |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| 34 | 3055.192 | Buah | Rp 174,400 | 30 |

4.2 Pengolahan Data

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai proses pengolahan data berdasarkan data yang telah terkumpul. Data yang diolah merupakan data riil perusahaan yang didapatkan berdasarkan data historis saat musim giling. Adapun pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini meliputi klasifikasi *consumable spare parts* menggunakan analisis FMECA, perhitungan biaya persediaan, pemilihan metode untuk strategi pengendalian persediaan, perhitungan parameter pengendalian persediaan, simulasi *Monte Carlo*, dan uji sensitivitas.

4.2.1 Klasifikasi Consumable Spare Parts dengan Analisis FMECA

Pada tahap ini akan dilakukan klasifikasi *spare parts* menggunakan analisis FMECA. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan *spare parts* mana yang termasuk kedalam kategori *critical*, *semi critical* dan *non critical*. Proses yang dilakukan

fokus pada 9 mesin yang melebihi maksimal waktu *break down*. Proses pertama yang dilakukan ialah mengidentifikasi jenis *consumable spare parts* yang mempengaruhi mesin *break down* dari 9 mesin yang dipilih. Proses identifikasi ini menggunakan pareto diagram seperti yang sudah dijelaskan pada sub bab 1.1. Setelah dilakukan proses identifikasi, kemudian dilakukan penyebaran kuesioner untuk mendapatkan risiko dari masing-masing *spare parts* ketika *spare parts* tidak tersedia di gudang, dimana proses ini berdasarkan prinsip FMEA. Penyebaran kuesioner dilakukan kepada pihak *procurement* dan *maintenance* yang dianggap bahwa responden tersebut *expert* di bidangnya. Hal yang diperhitungkan untuk menentukan tingkat kekritisan *spare parts* berdasarkan *lead time* pemesanan dan waktu terjadinya kegagalan (*down time*). Kemudian untuk menentukan tingkat kekritisan *spare parts* berdasarkan nilai *criticality index* (CA), dengan memperhitungkan nilai *occurrence* sesuai tabel 2.2 dan *severity base on criticality* seperti tabel 2.4. Seperti yang dijelaskan pada sub bab 2.2.4 bahwa penentuan nilai *criticality* (CA) dilakukan secara kualitatif berdasarkan skala NASA *severity as criticality matrix* (Squair, 2015). Contoh perhitungan *consumable spare parts item* BE-3055.071 dalam menentukan nilai risiko yang diperhitungkan terhadap *lead time* dan waktu terjadinya kegagalan akan dihitung berdasarkan persamaan berikut (Micah, et al., 2018).

1. *Base on Down Time*

$$\text{Risk (Critical Index)} = \text{Severity} \times \text{Occurrence}$$

$$RPN = \text{Severity} \times \text{Occurrence} \times \text{Detection}$$

$$\text{Risk (Critical Index)} = 4 \times 5 = 20$$

$$\text{Risk Priority Number} = 4 \times 5 \times 1 = 20$$

Dengan skala *severity*, *occurrence*, dan *detection* didapatkan dari hasil kuesioner. Yang mana penentuan skala *severity* berdasarkan *severity base on criticality* pada tabel 2.2. Sehingga didapatkan nilai *risk criticality* sebesar 20 dan nilai *risk priority index* (RPN) sebesar 20. Proses perhitungan nilai *criticality* dan RPN berdasarkan *lead time* pemesanan sama seperti perhitungan *base on down time*. Berikut perhitungan *risk criticality index* dan RPN berdasarkan *lead time* pemesanan

2. *Base on Down Time*

$$\text{Risk (Critical Index)} = \text{Severity} \times \text{Occurrence}$$

$$RPN = \text{Severity} \times \text{Occurrence} \times \text{Detection}$$

$$\text{Risk (Critical Index)} = 3 \times 4 = 12$$

$$\text{Risk Priority Number} = 3 \times 4 \times 1 = 12$$

Hasil yang didapatkan berdasarkan *lead time* pemesanan untuk *risk criticality* sebesar 12 dan untuk nilai RPN sebesar 12. Kemudian dilakukan proses penentuan kategori *critical*, *semi critical*, dan *non-critical* dari *consumable spare parts* sesuai dengan nilai *risk criticality index*. Berikut merupakan hasil perhitungan FMECA berdasarkan *lead time* pemesanan dan waktu terjadinya kegagalan (*down time*).

Tabel 4. 5 *Criticality Index Base On Down Time*

| Base On Down Time | | | | | | | |
|--------------------|-----------------|---|--------------|----------------|-------------------------|---------------|-------------|
| Nama Mesin | No. Spare Parts | Potensi Mode Kegagalan | Severity (S) | Occurrence (O) | Criticality index (SxO) | Detection (D) | RPN (SxOxD) |
| Cane cutter | 3055. 094 | Mata pisau aus dan perlu untuk penggantian mata pisau | 4 | 5 | 20 | 1 | 20 |
| Cane feeding table | 3055. 071 | Kerusakan HDS | 4 | 5 | 20 | 1 | 20 |
| Cane cutter | 3055. 093 | Pisau patah | 3 | 4 | 12 | 1 | 12 |
| Unigrator | 3059. 007 | Kerusakan pada roda gigi | 4 | 3 | 12 | 2 | 24 |
| Cane cutter | 3055. 095 | Kerusakan pada metal gilingan | 3 | 3 | 9 | 1 | 9 |
| Unigrator | 3086. 011 | Keretakan pada | 3 | 3 | 9 | 2 | 18 |

| Base On Down Time | | | | | | | |
|----------------------|-----------------|--|--------------|----------------|-------------------------|---------------|-------------|
| Nama Mesin | No. Spare Parts | Potensi Mode Kegagalan | Severity (S) | Occurrence (O) | Criticality index (SxO) | Detection (D) | RPN (SxOxD) |
| | | piringan uni | | | 6 | | |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Cane cutter | 3055.097 | Kerusakan <i>gearbox</i> | 2 | 3 | 6 | 1 | 6 |
| Cane feeding table | 3092.007 | Kerusakan pada <i>hammer handle</i> | 2 | 3 | 6 | 1 | 6 |
| Mill | 3055.837 | Adanya lubang pada roller mill | 3 | 2 | 6 | 4 | 24 |
| Continuous Clarifier | 3055.055 | Adanya lubang pada <i>body plate</i> | 2 | 3 | 6 | 2 | 12 |
| Cane feeding table | 3055.073 | Sisa-sisa ampas tertempel pada rol gilingan | 1 | 5 | 5 | 2 | 10 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Cane cutter | 3093.000023 | Kerusakan <i>part bantalan Sledding Rotary</i> | 1 | 2 | 2 | 3 | 6 |
| Cane cutter | 3055.094 | As tidak berputar pada porosnya | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| Cane cutter | 3071.001 | <i>Bearing I</i> Pecah | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 |
| Cane cutter | 3071.002 | <i>Bearing III</i> Pecah | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 |
| Cane cutter | 3055.075 | Ampas keluar dari area gilingan | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 |

Tabel 4. 6 *Criticality Index Base On Lead Time*

| Base On Lead Time | | | | | | | |
|--------------------|-----------------|---|--------------|----------------|-------------------------|---------------|-------------|
| Nama Mesin | No. Spare Parts | Potensi Mode Kegagalan | Severity (S) | Occurrence (O) | Criticality index (SxO) | Detection (D) | RPN (SxOxD) |
| Cane cutter | 3055.093 | Pisau patah | 4 | 4 | 16 | 1 | 16 |
| Cane cutter | 3093.000023 | Kerusakan part bantalan Sledding Rotary | 3 | 5 | 15 | 1 | 15 |
| Cane cutter | 3055.094 | Mata pisau aus dan perlu untuk penggantian mata pisau | 3 | 4 | 12 | 1 | 12 |
| Cane cutter | 3055.075 | Ampas keluar dari area gilingan | 3 | 4 | 12 | 2 | 24 |
| Cane feeding table | 3055.071 | Kerusakan HDS | 3 | 4 | 12 | 1 | 12 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Cane feeding table | 3055.073 | Sisa-sisa ampas tertempel pada rol gilingan | 2 | 3 | 6 | 1 | 6 |
| Juice Strainer | 3031.131 | Kebocoran steam drum | 3 | 2 | 6 | 4 | 24 |
| Juice Strainer | 3031.169 | Kerusakan pada motor penggerak | 2 | 3 | 6 | 1 | 6 |
| Juice Strainer | 3031.192 | Stang Scraper BC Inclinasi putus | 2 | 3 | 6 | 1 | 6 |

| Base On Lead Time | | | | | | | |
|-------------------|-----------------|------------------------------|--------------|----------------|-------------------------|---------------|-------------|
| Nama Mesin | No. Spare Parts | Potensi Mode Kegagalan | Severity (S) | Occurrence (O) | Criticality index (SxO) | Detection (D) | RPN (SxOxD) |
| Evaporator | 3476.025 | Reirculation pipe terkelups | 3 | 2 | 6 | 1 | 6 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Unigrator | 3086.018 | Baut pada Disc Uni lepas | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Mill | 3055.836 | Kerusakan pada sekrup mill | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Mill | 3055.855 | Baut formill lepas | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Juice Strainer | 3031.130 | Kerusakan pada cakar | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Juice Strainer | 3031.147 | Baut cakar lepas | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 |
| Evaporator | 3476.039 | Kerusakan karet valve FV 402 | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 |

Dari hasil kedua nilai *criticality index* selanjutnya dilakukan perpaduan antara dua kriteria untuk mendapatkan *spare parts* yang *critical*, *non-critical*, dan *semi critical*. Berdasarkan 4.7 menyatakan bahwa tabel warna merah menunjukkan kriteria *spare parts critical*, kuning *semi critical*, dan hijau *non-critical*.

Tabel 4. 7 Criticality Index Base On Lead Time dan Down Time

| No. Spare Parts | Critical Index base on downtime | Critical Index base on lead time |
|-----------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 3055.094 | 20 | 12 |
| 3055.071 | 20 | 12 |
| 3055.093 | 12 | 16 |
| 3059.007 | 12 | 12 |

| No. Spare Parts | Critical Index base on downtime | Critical Index base on lead time |
|-----------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 3055.095 | 9 | 9 |
| 3086.011 | 9 | 2 |
| 3031.132 | 9 | 12 |
| 3021.002 | 8 | 4 |
| 3059.004 | 8 | 12 |
| 3055.832 | 8 | 8 |
| 3055.833 | 8 | 12 |
| 3055.860 | 8 | 12 |
| 3476.033 | 8 | 12 |
| 3055.192 | 8 | 12 |
| 3055.097 | 6 | 2 |
| 3092.007 | 6 | 4 |
| 3055.837 | 6 | 12 |
| 3055.055 | 6 | 12 |
| 3055.073 | 5 | 6 |
| 3023.12 | 4 | 2 |
| 3086.008 | 4 | 3 |
| 3091.371 | 4 | 3 |
| 3021.003 | 4 | 9 |
| 3031.147 | 4 | 2 |
| 3031.192 | 4 | 6 |
| 3033.430 | 4 | 12 |
| 3033.431 | 4 | 4 |
| 3059.323 | 4 | 6 |
| 3059.019 | 3 | 4 |
| 3092.009 | 3 | 3 |
| 3021.001 | 3 | 6 |
| 3031.169 | 3 | 6 |
| 3476.025 | 3 | 6 |
| 3476.036 | 3 | 12 |
| 3093.023 | 2 | 15 |
| 3055.094 | 2 | 12 |
| 3071.001 | 2 | 6 |
| 3071.002 | 2 | 6 |
| 3055.075 | 2 | 12 |
| 3055.830 | 2 | 3 |
| 3031.131 | 2 | 6 |
| 3476.029 | 2 | 9 |
| 3055.836 | 2 | 2 |
| 3031.130 | 2 | 2 |

| No. Spare Parts | Critical Index base on downtime | Critical Index base on lead time |
|-----------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 3086.018 | 2 | 2 |
| 3055.855 | 2 | 2 |
| 3476.039 | 1 | 2 |

Setelah mendapatkan hasil analisis FMECA kemudian masing-masing kategori dipilih lima *spare parts* teratas untuk dilakukan proses perhitungan parameter kebijakan pengendalian persediaan. Hasil perpaduan antara *lead time* dan *down time spare parts* yang terpilih dari masing-masing kriteria sebagai berikut.

Tabel 4. 8 *Spare Parts* Terpilih Masing-Masing Kriteria

| No | No.Spare Parts | Unit Cost | LT (hari) |
|----------------------|----------------|---------------|-----------|
| <i>Critical</i> | | | |
| 1 | P-3055.094 | Rp 3,799,000 | 78 |
| 2 | BE-3055.071 | Rp 4,157,700 | 30 |
| 3 | M-3055.093 | Rp 16,386,150 | 52 |
| 4 | RG-3059.007 | Rp 1,489,650 | 30 |
| 5 | MG-3055.095 | Rp 7,448,250 | 29 |
| <i>Semi Critical</i> | | | |
| 6 | SP-3055.073 | Rp 10,522,050 | 29 |
| 7 | BE-3092.007 | Rp 893,700 | 52 |
| 8 | S.Bc-3031.192 | Rp 6,211,800 | 29 |
| 9 | RT-3059.323 | Rp 3,356,600 | 30 |
| 10 | SR-3033.431 | Rp 1,085,550 | 35 |
| <i>Non Critical</i> | | | |
| 11 | GB-3476.039 | Rp 13,310,250 | 18 |
| 12 | BH-3055.836 | Rp 202,500 | 19 |
| 13 | BC-3031.130 | Rp 6,495 | 20 |
| 14 | BP-3086.018 | Rp 74,500 | 21 |
| 15 | BT-3055.855 | Rp 407,225 | 19 |

4.2.2 Perhitungan Biaya Persediaan Consumable Spare Parts

Perhitungan biaya persediaan digunakan untuk proses perbaikan pengendalian persediaan yang direkomendasikan pada penelitian tugas akhir ini. Komponen biaya persediaan meliputi biaya pemesanan, biaya penyimpanan, dan biaya kekurangan persediaan *consumable spare parts* pada saat musim giling. Biaya persediaan yang diperhitungkan diasumsikan konstan setiap tahunnya.

4.2.2.1 Biaya Pemesanan

Biaya pemesanan (*ordering cost*) adalah biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk melakukan *order* terhadap *supplier*. Adapun biaya pemesanan pada penelitian ini terdiri dari biaya pembuatan pemesanan *consumable spare parts* (biaya administrasi), biaya aset yang digunakan pada departemen *purchasing*, biaya listrik, dan gaji pekerja yang terlibat dalam proses pemesanan *consumable spare parts*. Berikut merupakan rincian perhitungan dari masing-masing komponen biaya pemesanan.

Tabel 4. 9 Komponen Biaya Aset Perusahaan

| Biaya Aset | | | | | |
|---|--------------------------|--------|-----------|----------------|---------------|
| No | Aset | Jumlah | Umur (Th) | Total Nilai | Depresiasi |
| 1 | <i>Personal computer</i> | 2 | 5 | Rp 11,900,000 | Rp 2,082,500 |
| 2 | <i>Printer</i> | 2 | 4 | Rp 8,100,000 | Rp 1,518,750 |
| 3 | <i>Telephone</i> | 2 | 10 | Rp 685,000 | Rp 64,219 |
| 4 | <i>Faximile</i> | 1 | 10 | Rp 1,125,000 | Rp 105,469 |
| 6 | <i>Forklift</i> | 1 | 10 | Rp 330,000,000 | Rp 30,937,500 |
| 7 | <i>Hoist Crane</i> | 1 | 16 | Rp 15,940,500 | Rp 934,014 |
| Total Biaya Depresiasi per Tahun | | | | | Rp 35,642,451 |
| Total Biaya Depresiasi per Bulan | | | | | Rp 2,970,204 |
| Total Biaya Depresiasi per Pesan | | | | | Rp 10,171.93 |

Berdasarkan Tabel 4.9 aset yang diperhitungan merupakan aset yang berhubungan dengan proses pemesanan dan *loading unloading consumable spare parts*. Perhitungan depresiasi aset menggunakan metode *straight line*, dimana pada metode ini memperhitungkan nilai awal, *lifetime* (umur) dari masing-masing aset dan nilai sisa (*salvage value*). Nilai sisa aset berdasarkan ketentuan dari Direktorat Jenderal Pajak Republik Indonesia. Berikut ditampilkan satu contoh perhitungan depresiasi aset menggunakan metode *straight line*.

$$\text{Depresiasi} = \frac{\text{Beginning value} - \text{Ending value}}{\text{Lifetime}}$$

Keterangan:

Beginning value = Harga awal pembelian

- $Ending\ value$ = Nilai sisa Ketika *lifetime* terjadi
 $Lifetime$ = Masa berlaku aset

$$Depresiasi\ Hoist\ Crane = \frac{Rp\ 15,940,500 - Rp\ 996,281}{16}$$

$$Depresiasi\ Hoist\ Crane/Tahun = Rp\ 934,014$$

$$Depresiasi\ Hoist\ Crane/Bulan = Rp\ 77,834.47$$

Berikut ini merupakan tabel rekapitulasi perhitungan depresiasi aset yang digunakan dalam melakukan pemesanan *consumable spare parts*.

Tabel 4. 10 Rekapitulasi Perhitungan Depresiasi Aset Komponen *Reorder Cost*

| Depresiasi Aset | | | | | |
|-----------------|--------------------------|----------------|-----------|---------------|---------------|
| No | Aset | Harga Awal | Umur (Th) | Nilai Akhir | Depresiasi |
| 1 | <i>Personal computer</i> | Rp 11,900,000 | 5 | Rp 1,487,500 | Rp 2,082,500 |
| 2 | Printer | Rp 8,100,000 | 4 | Rp 2,025,000 | Rp 1,518,750 |
| 3 | Telephone | Rp 685,000 | 10 | Rp 42,813 | Rp 64,219 |
| 4 | <i>Faximile</i> | Rp 1,125,000 | 10 | Rp 70,313 | Rp 105,469 |
| 6 | <i>Forklift</i> | Rp 330,000,000 | 10 | Rp 20,625,000 | Rp 30,937,500 |
| 7 | <i>Hoist Crane</i> | Rp 15,940,500 | 16 | Rp 996,281 | Rp 934,014 |

Selain memperhitungkan depresiasi aset, biaya pemesanan memperhitungkan gaji pekerja di departemen *purchasing*.

Tabel 4. 11 Rekapitulasi Perhitungan Gaji Pekerja

| Biaya Pekerja | | | | |
|-------------------------|-------------|--------|---------------|---------------|
| No | Karyawan | Jumlah | Gaji/Musim | Total gaji |
| 1 | Staff Admin | 2 | Rp 42,000,000 | Rp 84,000,000 |
| Total Gaji/Bulan | | | Rp 10,500,000 | |
| Total Gaji/Pesan | | | Rp 35,958.90 | |

Komponen biaya pemesanan lainnya yang diperhitungkan yaitu biaya administrasi yang terdiri dari biaya penggunaan kertas untuk *purchase order*, biaya listrik, biaya penggunaan telepon dan biaya aplikasi OODOO.

Tabel 4. 12 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Administrasi

| Biaya Administrasi | | | | |
|------------------------------------|------------------------|------------------|---------------|----------------|
| No | Administrasi | Jumlah | Biaya | Total Biaya |
| 1 | Listrik | 53712 kWh | Rp 480 | Rp 25,781,760 |
| 2 | Kertas | 8 dus | Rp 295,500 | Rp 2,364,000 |
| 3 | Internet dan Telephone | <i>Unlimited</i> | Rp 8,425,550 | Rp 8,425,550 |
| 4 | ODOO | 1 | Rp108,047,610 | Rp 108,047,610 |
| Total per Tahun | | | | Rp 144,618,920 |
| Total per Bulan | | | | Rp 18,077,365 |
| Total Biaya Per Pesan/Bulan | | | | Rp 61,909 |

Dari perhitungan diatas, maka rekapitulasi biaya pemesanan setiap *unit consumable spare parts* dapat dilihat pada Tabel 4.13. Dimana rata-rata jumlah pemesanan setiap bulannya sebesar 292 kali.

Tabel 4. 13 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Pemesanan

| No | Komponen | Total Biaya Per Bulan |
|---------------------------|--------------------|-----------------------|
| 1 | Aset | Rp 2,970,204 |
| 2 | Pekerja | Rp 10,500,000 |
| 3 | Biaya Administrasi | Rp 18,077,365 |
| Total Biaya/Bulan | | Rp 31,547,569 |
| Rata-rata PO/Bulan | | 292 |
| Biaya Pemesanan | | Rp 108,039.62 |

Berdasarkan hasil perhitungan biaya pemesanan diatas didapatkan bahwa biaya pesan untuk 1 kali pemesanan sebesar Rp. 108,039.62. Besarnya biaya pemesanan untuk semua material dianggap tidak ada perubahan.

4.2.2.2 Biaya Penyimpanan

Biaya simpan merupakan semua biaya yang timbul akibat penyimpanan barang di gudang. Dalam penelitian ini komponen biaya penyimpanan yang diperhitungkan terdiri dari biaya aset dan depresiasi aset yang berkaitan langsung dalam proses penyimpanan barang di gudang, biaya pekerja, biaya risiko persediaan yang tidak digunakan, gaji karyawan dan *cost of capital*. Berikut merupakan perhitungan masing-masing komponen biaya penyimpanan.

Tabel 4. 14 Rekapitulasi Komponen Biaya Penyimpanan

| No | Nama Aset | Harga Satuan | Kuantitas | Total Harga |
|-------------------------|------------|----------------|--------------------|------------------|
| 1 | Gedung | Rp 2.050.500 | 350 m ² | Rp 717.675.000 |
| 2 | Forklift | Rp 330.000.000 | 1 | Rp 330.000.000 |
| 3 | Handtruck | Rp 9.680.250 | 1 | Rp 9.680.250 |
| 4 | Rak Pallet | Rp 4.235.000 | 9 | Rp 38.115.000 |
| Total Biaya Aset | | | | Rp 1.095.470.250 |

Nilai aset yang diperhitungkan dalam biaya penyimpanan meliputi gedung, dan aset untuk penyimpanan barang di gudang. Selain itu dilakukan perhitungan depresiasi aset, dimana metode perhitungan pada biaya penyimpanan sama seperti perhitungan depresiasi aset untuk biaya pemesanan. Metode yang digunakan yaitu metode *straight line*. Berikut akan diberikan salah satu contoh perhitungan depresiasi aset untuk biaya penyimpanan.

$$\text{Depresiasi Rak Pallet} = \frac{\text{Rp } 38.115.000 - \text{Rp } 1.905.750}{20}$$

$$\text{Depresiasi Rak Pallet/Tahun} = \text{Rp } 1.810.463$$

$$\text{Depresiasi Rak Pallet/Bulan} = \text{Rp } 150.871,91$$

Dari hasil perhitungan depresiasi pada *hoist crane* setiap bulan seb

Tabel 4. 15 Rekapitulasi Perhitungan Depresiasi Aset pada Biaya Penyimpanan

| Perhitungan Depresiasi | | | | | |
|--|-----------|----------------|------|---------------|---------------|
| No | Nama Aset | Harga Awal | Umur | Ending value | Depresiasi |
| 1 | Gedung | Rp 717.675.000 | 30 | Rp 35.883.750 | Rp 22.726.375 |
| 2 | Forklift | Rp 330.000.000 | 10 | Rp 20.625.000 | Rp 30.937.500 |
| 3 | Handtruck | Rp 9.680.250 | 10 | Rp 605.016 | Rp 907.523 |
| 4 | Rak Palet | Rp 38.115.000 | 20 | Rp 1.905.750 | Rp 1.810.463 |
| Total Biaya Depresiasi per Tahun | | | | | Rp 56.381.861 |
| Total Biaya Depresiasi per Bulan | | | | | Rp 4.698.488 |
| Total Biaya Depresiasi per Item / Bulan | | | | | Rp 1.139,03 |

Didapatkan total biaya depresiasi per bulan sebesar Rp.4.698.488, namun jumlah *spare parts* di gudang sebanyak 4125 *item*, sehingga total biaya depresiasi per *item* sebesar Rp.1.139,03. Selanjutnya dilakukan perhitungan gaji pekerja yang menangani *consumable spare parts* di gudang dan *capital cost* dari masing-masing *consumable spare parts* yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. 16 Rekapitulasi Perhitungan Gaji Pekerja pada Biaya Penyimpanan

| No | Pekerja | Jumlah Pekerja | Gaji | Total Gaji |
|---------------------------------------|--------------------|----------------|--------------|---------------|
| 1 | Staff Administrasi | 2 | Rp 5.080.000 | Rp 10.160.000 |
| 2 | Helper | 2 | Rp 3.850.000 | Rp 7.700.000 |
| Total Gaji Karyawan/Bulan | | | | Rp 17.860.000 |
| Total Gaji Karyawan/Item/Bulan | | | | Rp 4.330 |

Total gaji karyawan berdasarkan perhitungan tabel 4.16 sebesar Rp. 4.330 per *item* tiap bulannya. Selain itu dalam perhitungan biaya simpan hal yang harus diperhitungkan yaitu *capital cost*. Perhitungan *capital cost* mempertimbangkan besarnya suku bunga bank terhadap nilai barang. Dalam penelitian ini suku bunga bank yang yang digunakan sebesar 10% per tahun dari nilai barang yang dibeli. Contoh perhitungan *cost of capital* dari material P-3055.094 sesuai dengan persamaan berikut.

$$Cost \text{ of } capital = Bunga \text{ Bank per Tahun} \times Unit \text{ cost}$$

$$Cost \text{ of } capital = 10\% \times Rp. 3.799.000$$

$$Cost \text{ of } capital = Rp. 379.900,00/tahun$$

Sehingga didapatkan biaya *capital* per bulan sebesar untuk material P-3055.094 sebesar Rp.31,658,33. Berikut merupakan rekapitulasi hasil perhitungan *capital cost* pada *consumable spare parts* yang terpilih.

Tabel 4. 17 Rekapitulasi Perhitungan *Capital Cost*

| No | Kode Spare Parts | <i>Capital Cost</i> | |
|----------------------------------|------------------|---------------------|---------|
| <i>Critical Spare Parts</i> | | | |
| 1 | P-3055.094 | Rp | 31,658 |
| 2 | BE-3055.071 | Rp | 34,648 |
| 3 | M- 3055.093 | Rp | 136,551 |
| 4 | RG- 3059.007 | Rp | 12,414 |
| 5 | MG- 3055.095 | Rp | 62,069 |
| <i>Semi Critical Spare Parts</i> | | | |
| 6 | SP-3055.073 | Rp | 87,684 |
| 7 | BE-3092.007 | Rp | 7,448 |
| 8 | S.Bc-3031.192 | Rp | 51,765 |
| 9 | RT-3059.323 | Rp | 27,972 |
| 10 | SR-3033.431 | Rp | 9,046 |
| <i>Non Critical Spare Parts</i> | | | |

| No | Kode Spare Parts | Capital Cost |
|----|------------------|--------------|
| 11 | GB-3476.039 | Rp 110,919 |
| 12 | BH-3055.836 | Rp 1,688 |
| 13 | BC-3031.130 | Rp 54 |
| 14 | BP-3086,018 | Rp 621 |
| 15 | BT-3055.855 | Rp 3,394 |

Selain memperhitungkan depresiasi aset, gaji pekerja dan *capital cost*, penentuan biaya penyimpanan juga mempertimbangkan biaya risiko persediaan yang tidak digunakan. Kondisi ini sering disebut sebagai *deadstock*, perusahaan menentukan batas *deadstock* selama 5 tahun. Apabila *consumable spare parts* yang telah melewati batas *deadstock* akan dikenai *obsolescence cost*. Berikut merupakan contoh perhitungan *obsolescence cost* material P-3055.094.

$$Obsolescence\ cost = \frac{Nilai\ Barang}{Lifetime}$$

$$Obsolescence\ cost = \frac{\text{Rp } 3.799.000}{60}$$

$$Obsolescence\ cost = \text{Rp } 63.316,67$$

Didapatkan nilai *obsolescence cost* untuk material P-3055.094 sebesar Rp.63.316,67 per bulan. Berikut ditampilkan rekap data hasil perhitungan biaya penyimpanan untuk 15 material yang terpilih.

Tabel 4. 18 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Penyimpanan

| No | Kode Spare Parts | Biaya Depresiasi + Karyawan | Capital Cost | Obsolescence Cost | Total Biaya Penyimpanan (HC) |
|----------------------------------|------------------|-----------------------------|--------------|-------------------|------------------------------|
| <i>Critical Spare Parts</i> | | | | | |
| 1 | P-3055.094 | Rp.4.401 | Rp. 31,658 | Rp 63.316 | Rp 99,376.7 |
| 2 | BE-3055.071 | Rp.4.401 | Rp. 34,648 | Rp 69.295 | Rp 108,344.2 |
| 3 | M-3055.093 | Rp.4.401 | Rp.136,551 | Rp 273.102 | Rp 414,055.4 |
| 4 | RG-3059.007 | Rp.4.401 | Rp. 12,414 | Rp 24.827 | Rp 41,642.9 |
| 5 | MG-3055.095 | Rp.4.401 | Rp. 62,069 | Rp 124.137 | Rp 190,607.9 |
| <i>Semi Critical Spare Parts</i> | | | | | |
| 6 | SP-3055.073 | Rp.4.401 | Rp. 87,684 | Rp 175.367 | Rp 267,452.9 |
| 7 | BE-3092.007 | Rp.4.401 | Rp. 7,448 | Rp 14.895 | Rp 26,744.2 |
| 8 | S.Bc-3031.192 | Rp.4.401 | Rp. 51,765 | Rp 103.530 | Rp 159,696.7 |
| 9 | RT-3059.323 | Rp.4.401 | Rp. 27,972 | Rp 55.943 | Rp 88,316.7 |

| No | Kode Spare Parts | Biaya Depresiasi + Karyawan | Capital Cost | Obsolescence Cost | Total Biaya Penyimpanan (HC) |
|---------------------------------|------------------|-----------------------------|--------------|-------------------|------------------------------|
| 10 | SR-3033.431 | Rp.4.401 | Rp 9,046 | Rp 18.092 | Rp 31,540.4 |
| <i>Non Critical Spare Parts</i> | | | | | |
| 11 | GB-3476.039 | Rp.4.401 | Rp.110,919 | Rp 221.837 | Rp 337,157.9 |
| 12 | BH-3055.836 | Rp.4.401 | Rp. 1,688 | Rp 3.375 | Rp 9,464.2 |
| 13 | BC-3031.130 | Rp.4.401 | Rp. 54 | Rp 108 | Rp 4,564.0 |
| 14 | BP-3086,018 | Rp.4.401 | Rp. 21 | Rp 1.241 | Rp 6,264.2 |
| 15 | BT-3055.855 | Rp.4.401 | Rp. 3,394 | Rp 6.787 | Rp 14,582.3 |

4.2.2.3 Biaya Kekurangan

Biaya kekurangan atau sering disebut *stockout cost* merupakan biaya yang timbul akibat kekurangan persediaan. Dalam penelitian ini *stockout cost* dihitung ketika mesin mengalami kerusakan dan tidak ada *stock consumable spare parts* pengganti di gudang. Perhitungan biaya kekurangan persediaan menggunakan asumsi 15% dari *unit cost* masing-masing *consumable spare parts*. Berikut merupakan rekapitulasi biaya kekurangan persediaan *consumable spare parts* yang terpilih.

Tabel 4. 19 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Kekurangan Persediaan

| No | Kode Spare Parts | Unit Cost | Stockout Cost |
|----------------------------------|------------------|---------------|---------------|
| <i>Critical Spare Parts</i> | | | |
| 1 | P-3055.094 | Rp 3.799.000 | Rp 569.850 |
| 2 | BE-3055.071 | Rp 4.157.700 | Rp 623.655 |
| 3 | M-3055.093 | Rp 16.386.150 | Rp 2.457.923 |
| 4 | RG-3059.007 | Rp 1.489.650 | Rp 223.448 |
| 5 | MG-3055.095 | Rp 7.448.250 | Rp 1.117.238 |
| <i>Semi Critical Spare Parts</i> | | | |
| 6 | SP-3055.073 | Rp 10.522.050 | Rp 1.578.308 |
| 7 | BE-3092.007 | Rp 893.700 | Rp 134.055 |
| 8 | S.BC-3031.192 | Rp 6.211.800 | Rp 931.770 |
| 9 | RT-3059.323 | Rp 3.356.600 | Rp 503.490 |
| 10 | SR-3033.431 | Rp 1.085.550 | Rp 162.833 |
| <i>Non Critical Spare Parts</i> | | | |
| 11 | GB-3476.039 | Rp 13.310.250 | Rp 1.996.538 |
| 12 | BH-3055.836 | Rp 202.500 | Rp 30.375 |
| 13 | BC-3031.130 | Rp 6.495 | Rp 974 |

| No | Kode Spare Parts | Unit Cost | Stockout Cost |
|-----------------------------|------------------|------------|---------------|
| <i>Critical Spare Parts</i> | | | |
| 14 | BP-3086,018 | Rp 74.500 | Rp 11.175 |
| 15 | BT-3055.855 | Rp 407.225 | Rp 61.084 |

4.2.3 Pemilihan Metode Untuk Strategi Kebijakan Pengendalian Persediaan

Pada sub bab ini akan dilakukan perhitungan analisis ADI-CV² untuk menentukan strategi pengendalian persediaan *consumable consumable spare parts* dari masing-masing kriteria. Berdasarkan tinjauan pustaka pada sub bab 2.3 untuk nilai ADI ≥ 1.32 dan CV ≤ 0.49 termasuk ke dalam kuadran IV, nilai ADI ≤ 1.32 CV ≤ 0.49 masuk dalam kuadran III, nilai ADI ≥ 1.32 CV ≥ 0.49 masuk dalam kuadran II, dan ADI ≤ 1.32 CV ≥ 0.49 masuk dalam kuadran I.

Kuadran I dengan pola permintaan *erratic* strategi kebijakan yang tepat digunakan ialah *continuous review* (s,S), karena metode ini lebih responsif dibandingkan dengan *periodic review* (Lazrak,2014). Sedangkan kuadran II strategi yang tepat digunakan ialah *periodic review* (R,s,S), yang dapat meningkatkan nilai *service level* (Fengyu & Laura, 2015). Menurut Rooij, (1998) Bahwa *spare parts* yang masuk dalam kategori *critical* cenderung cocok menggunakan strategi pengendalian persediaan *continuous review*.

Perhitungan ADI menggunakan persamaan 2.1, sedangkan untuk mencari nilai CV² menggunakan persamaan 2.2. Berikut merupakan contoh perhitungan ADI-CV² *consumable spare parts* mesin P-3055.094

$$ADI = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N}$$

$$CV = \frac{Variance\ demand\ per\ periode}{Square\ average\ demand\ per\ periode}$$

$$ADI = \frac{24}{20} = 1.20$$

$$CV = \left(\frac{2.386}{2.875} \right)^2 = 0.689$$

Hasil perhitungan tersebut didapatkan bahwa nilai ADI sebesar 1.20 dan CV² sebesar 0.689, kondisi ini menyatakan bahwa perhitungan parameter persediaan pada *item* P-3055.094 cocok menggunakan strategi (s,S) *system*. Berikut merupakan rekapitulasi hasil perhitungan ADI dan CV² pada masing-masing

consumable spare parts, seta ditampilkan strategi pengendalian persediaan yang terpilih.

Tabel 4. 20 Rekapitulasi Perhitungan ADI-CV²

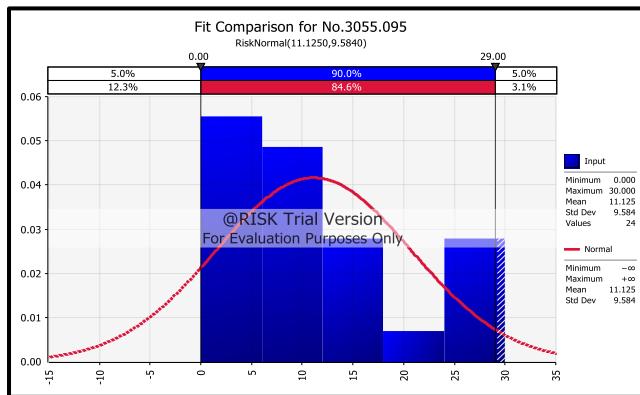
| No | Kode Spare Parts | ADI | CV ² | Pola Permintaan | Metode Terpilih |
|----------------------|------------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <i>Critical</i> | | | | | |
| 1 | P-3055.094 | 1.200 | 0.689 | <i>Erratic</i> | (s,S) |
| 2 | BE-3055.071 | 1.263 | 0.628 | <i>Erratic</i> | (s,S) |
| 3 | M-3055.093 | 1.263 | 0.509 | <i>Erratic</i> | (s,S) |
| 4 | RG-3059.007 | 1.263 | 0.910 | <i>Erratic</i> | (s,S) |
| 5 | MG-3055.095 | 1.333 | 0.711 | <i>Lumpy</i> | (R,s,S) |
| <i>Semi Critical</i> | | | | | |
| 6 | SP-3055.073 | 1.143 | 0.497 | <i>Erratic</i> | (s,S) |
| 7 | BE-3092.007 | 1.333 | 0.553 | <i>Lumpy</i> | (R,s,S) |
| 8 | S.Bc-3031.192 | 1.200 | 0.559 | <i>Erratic</i> | (s,S) |
| 9 | RT-3059.323 | 1.500 | 1.282 | <i>Lumpy</i> | (R,s,S) |
| 10 | SR-3033.431 | 4.000 | 0.771 | <i>Lumpy</i> | (R,s,S) |
| <i>Non Critical</i> | | | | | |
| 11 | GB-3476.039 | 1.500 | 1.310 | <i>Lumpy</i> | (R,s,S) |
| 12 | BH-3055.836 | 1.091 | 0.498 | <i>Erratic</i> | (s,S) |
| 13 | BC-3031.130 | 1.263 | 0.594 | <i>Erratic</i> | (s,S) |
| 14 | BP-3086.018 | 1.263 | 0.718 | <i>Erratic</i> | (s,S) |
| 15 | BT-3055.855 | 1.200 | 0.559 | <i>Erratic</i> | (s,S) |

Dari hasil perhitungan ADI-CV² diatas maka pola permintaan *erratic* lebih disarankan menggunakan metode *continuous review* (s,S) system sedangkan untuk pola permintaan *lumpy* lebih disarankan menggunakan *periodic review* (R,s,S) system. Sebab kedua metode tersebut lebih responsif dan dapat meningkatkan nilai *service level* yang didapatkan oleh perusahaan.

4.2.4 Fitting Distribusi Untuk Penggunaan Consumable Spare Parts

Setelah diketahui data historis dari permintaan dari masing-masing *consumable spare parts* maka proses selanjutnya yaitu *fitting distribusi*. Tujuan dari proses ini yaitu untuk mencari nilai standar deviasi *demand* yang bersifat *uncertainty*. *Fitting distribusi* dalam penelitian ini menggunakan bantuan *software @risk* pada *excel*. Dalam hal ini distribusi *demand* yang diamati bersifat diskrit.

Sehingga distribusi *demand* diatur sedemikian rupa agar menghasilkan parameter diskrit. Berikut merupakan contoh *fitting* distribusi menggunakan @risk pada *consumable spare parts item MG-3055.095*.



Gambar 4. 1 Hasil *Fitting* Distribusi Item MG-3055.095

Dari contoh perhitungan *fitting* distribusi *item MG-3055.095*, menggambarkan bahwa data tersebut berdistribusi normal dengan *mean* sebesar 11,12 dan standar deviasi sebesar 9,585. Hasil dari proses *fitting* distribusi keseluruhan *consumable spare parts* yang terpilih berdistribusi normal. Berikut ini merupakan rekapitulasi hasil *fitting* distribusi menggunakan @risk pada *consumable spare parts* yang terpilih.

Tabel 4. 21 Rekapitulasi Hasil *Fitting* Distribusi *Demand*

| No | Kode Spare Parts | Distribusi Demand |
|----------------------|------------------|-------------------------|
| <i>Critical</i> | | |
| 1 | P-3055.094 | Normal (2.8750,2.4373) |
| 2 | BE-3055.071 | Normal (3.3913,2.8879) |
| 3 | M-3055.093 | Normal (9.3333,6.7994) |
| 4 | RG-3059.007 | Normal (2.6667,2.5988) |
| 5 | MG-3055.095 | Normal (11.1250,9.5840) |
| <i>Semi Critical</i> | | |
| 6 | SP-3055.073 | Normal (1.7500,1.2597) |
| 7 | BE-3092.007 | Normal (6.3750,4.8438) |
| 8 | S.Bc-3031.192 | Normal (4.7917,3.6592) |
| 9 | RT-3059.323 | Normal (2.4583,2.8434) |
| 10 | SR-3033.431 | Normal (3.1250,2.8024) |
| <i>Non Critical</i> | | |
| 11 | GB-3476.039 | Normal (2.4583,2.8739) |

| No | Kode Spare Parts | Distribusi Demand |
|----|------------------|------------------------|
| 12 | BH-3055.836 | Normal (3.1250,2.2518) |
| 13 | BC-3031.130 | Normal (17.875,14.069) |
| 14 | BP-3086,018 | Normal (12.958,11.215) |
| 15 | BT-3055.855 | Normal (4.4167,3.3740) |

4.2.5 Perhitungan Parameter Kebijakan Pengendalian Persediaan

Pada sub bab ini akan ditampilkan perhitungan parameter kebijakan pengendalian persediaan tiga kondisi yaitu kondisi eksisting berupa penerapan minimal dan maksimal *stock*, kondisi perbaikan berupa *continuous review* (s,S) dan *periodic review* (R,s,S). Dalam perhitungan kondisi perbaikan mempertimbangkan parameter *input* kemudian dilakukan simulasi *Monte Carlo*.

4.2.5.1 Parameter Kebijakan Pengendalian Persediaan Kondisi Eksisting

Proses pengendalian persediaan *consumable spare parts* di perusahaan khususnya saat musim giling sebatas menerapkan sistem minimal dan maksimal *stock*, berdasarkan data tahun sebelumnya. Kemudian perusahaan belum melakukan perhitungan batas minimal dan maksimal secara benar. Selain itu perusahaan belum melakukan penjadwalan rutin untuk proses penggantian *spare parts* saat musim giling. Berikut ini data parameter persediaan kondisi eksisting di PT.Y.

Tabel 4. 22 Data Parameter Persediaan Kondisi Eksisting

| No | No Spare Parts | Total Demand | Average Demand/Bulan | Lead Time/Bulan | Stdv. D | Stdv. D< | Min Stock | Max Stock |
|----------------------|----------------|--------------|----------------------|-----------------|---------|------------|-----------|-----------|
| <i>Critical</i> | | | | | | | | |
| 1 | P-3055.094 | 64 | 3 | 3 | 2.386 | 4.133 | 2 | 10 |
| 2 | BE-3055.071 | 82 | 3 | 1 | 2.707 | 2.707 | 2 | 10 |
| 3 | M-3055.093 | 214 | 9 | 2 | 6.656 | 9.413 | 5 | 52 |
| 4 | RG-3059.007 | 64 | 3 | 1 | 2.544 | 2.544 | 2 | 10 |
| 5 | MG-3055.095 | 252 | 11 | 1 | 9.382 | 9.382 | 3 | 40 |
| <i>Semi Critical</i> | | | | | | | | |

| No | No Spare Parts | Total Demand | Average Demand/Bulan | Lead Time/Bulan | Stdv. D | Stdv. D< | Min Stock | Max Stock |
|---------------------|----------------|--------------|----------------------|-----------------|---------|------------|-----------|-----------|
| 6 | SP-3055.073 | 41 | 2 | 1 | 1.233 | 1.233 | 2 | 8 |
| 7 | BE-3092.007 | 153 | 6 | 2 | 4.742 | 6.706 | 2 | 12 |
| 8 | S.Bc-3031.192 | 106 | 5 | 1 | 3.582 | 3.582 | 5 | 10 |
| 9 | RT-3059.323 | 51 | 2 | 1 | 2.784 | 2.784 | 3 | 10 |
| 10 | SR-3033.431 | 71 | 3 | 1 | 2.743 | 2.743 | 3 | 10 |
| <i>Non Critical</i> | | | | | | | | |
| 11 | GB-3476.039 | 56 | 2 | 1 | 2.813 | 2.813 | 3 | 10 |
| 12 | BH-3055.836 | 74 | 3 | 1 | 2.204 | 2.204 | 3 | 10 |
| 13 | BC-3031.130 | 418 | 18 | 1 | 13.773 | 13.773 | 5 | 30 |
| 14 | BP-3086.018 | 296 | 13 | 1 | 10.979 | 10.979 | 5 | 22 |
| 15 | BT-3055.855 | 102 | 4 | 1 | 3.303 | 3.303 | 3 | 15 |

Data pada tabel 4.22 ini akan dijadikan *input* simulasi pada kondisi eksisting perusahaan. Selain data *demand*, *lead time*, batas minimal dan maksimal *stock* terdapat komponen biaya-biaya persediaan yang juga dipertimbangkan dalam melakukan simulasi. Antara lain biaya pembelian per *unit* material, biaya setiap kali pesan, biaya simpan dan biaya kekurangan persediaan. Komponen biaya persediaan akan ditampilkan pada tabel 4.23 berikut.

Tabel 4. 23 Komponen Biaya Persediaan Kondisi Eksisting

| No | No Spare Parts | Unit Cost | Reorder Cost | Holding Cost | Stockout Cost |
|-----------------|----------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| <i>Critical</i> | | | | | |
| 1 | P-3055.094 | Rp 3,799,000 | Rp108,040 | Rp 99,377 | Rp569,850 |
| 2 | BE-3055.071 | Rp 4,157,700 | Rp108,040 | Rp 108,344 | Rp623,655 |
| 3 | M-3055.093 | Rp16,386,150 | Rp108,040 | Rp 414,055 | Rp2,457,923 |
| 4 | RG-3059.007 | Rp1,489,650 | Rp108,040 | Rp 41,643 | Rp 223,448 |
| 5 | MG-3055.095 | Rp 7,448,250 | Rp108,040 | Rp 190,608 | Rp1,117,238 |

| No | No Spare Parts | Unit Cost | Reorder Cost | Holding Cost | Stockout Cost |
|----------------------|----------------|---------------|--------------|--------------|---------------|
| <i>Semi Critical</i> | | | | | |
| 6 | SP-3055.073 | Rp 10,522,050 | Rp 108,040 | Rp 175,368 | Rp 1,578,308 |
| 7 | BE-3092.007 | Rp 893,700 | Rp 108,040 | Rp 14,895 | Rp 134,055 |
| 8 | S.Bc-3031.192 | Rp 6,211,800 | Rp 108,040 | Rp 103,530 | Rp 931,770 |
| 9 | RT-3059.323 | Rp 3,356,600 | Rp 108,040 | Rp 55,943 | Rp 503,490 |
| 10 | SR-3033.431 | Rp 1,085,550 | Rp 108,040 | Rp 18,093 | Rp 162,833 |
| <i>Non Critical</i> | | | | | |
| 11 | GB-3476.039 | Rp 13,310,250 | Rp 108,040 | Rp 337,158 | Rp 1,996,538 |
| 12 | BH-3055.836 | Rp 202,500 | Rp 108,040 | Rp 9,464 | Rp 30,375 |
| 13 | BC-3031.130 | Rp 6,495 | Rp 108,040 | Rp 4,564 | Rp 974 |
| 14 | BP-3086.018 | Rp 74,500 | Rp 108,040 | Rp 6,264 | Rp 11,175 |
| 15 | BT-3055.855 | Rp 407,225 | Rp 108,040 | Rp 14,582 | Rp 61,084 |

4.2.5.2 Parameter Kebijakan Pengendalian Persediaan Kondisi Perbaikan Continuous Review (s,S)

Perhitungan parameter kebijakan pengendalian persediaan kondisi perbaikan *continuous review* (s,S) mempertimbangkan nilai *reorder point* (s) dan persediaan maksimal (S). Dimana dalam perhitungannya menggunakan pendekatan *Smith. Consumable spare parts* yang diperhitungkan sesuai dengan hasil perhitungan nilai ADI-CV² pada sub bab 4.2.3. Perhitungan parameter kebijakan ini sesuai dengan persamaan 3.6 hingga persamaan 3.11. Adapun *input* parameter yang digunakan untuk perhitungan kondisi perbaikan *continuous review* (s,S) *system* sebagai berikut.

Tabel 4. 24 Input Perhitungan (s,S) System Item P-3055.094

| Input Perhitungan Item P-3055.094 | |
|---|--------------|
| Total Demand | 64 |
| Average Demand/Bulan | 3 |
| Standar Deviasi Demand (σ_D) | 2.386 |
| Lead Time (LT)/Bulan | 3.000 |
| Standar Deviasi Demand Selama Lead Time (σ_{LT}) | 4.133 |
| Unit Cost (UC) | Rp 3,799,000 |
| Reorder Cost (RC) | Rp 108,040 |
| Holding Cost (HC) | Rp 99,377 |
| Stockout Cost (SC) | Rp 569,850 |

Dari inputan tersebut akan dilakukan perhitungan parameter pengendalian persediaan *continuous review* (s,S) system pada *consumable spare parts item P-3055.094* menggunakan persamaan (Smith, 1989)

1. Menghitung nilai q^* dengan formula berikut,

$$q^* = \sqrt{\frac{2 \times R_c \times D}{H_c}} = \sqrt{\frac{2 \times 108,040 \times 64}{99,377}} = 12 \text{ unit}$$

2. Menghitung nilai K

$$F_{LT}(K) = \frac{S_c \times D - H_c \times q^*}{S_c - D} = \frac{569,850 \times 64 - 99,377 \times 12}{447,618 - 64} = 0.9679$$

Dengan nilai K didapatkan dari tabel *safety factor* sebesar 1.8

3. Menghitung Nilai *safety stock*

$$SS = K \times \sigma_{LT} = 1.8 \times (2.386 \times \sqrt{3}) = 7 \text{ unit}$$

4. Menghitung nilai ROP (s) dan persediaan Maksimum

$$s(ROP) = \mu_{LT} + SS = (3 \times 3) + 12 = 16 \text{ unit}$$

5. Menghitung nilai maksimal *inventory* sesuai persamaan berikut.

$$S = q^* + SS + s = 12 + 16 + 15 = 35 \text{ unit}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan hasil kebijakan pengendalian persediaan *continuous review* (s,S) system item P-3055.094 yaitu nilai $q^* = 12 \text{ unit}$, $s = 16 \text{ unit}$, dan nilai persediaan maksimal sebesar $S = 35 \text{ unit}$. Berikut ini akan ditampilkan rekapitulasi *output* perhitungan kebijakan pengendalian persediaan metode *continuous review* (s,S) system.

Tabel 4. 25 Rekapitulasi Perhitungan Parameter *Continuous Review* (s,S) System

| No | No Spare Parts | Safety Stock (SS) | ROP (s) | Max Inventory (S) |
|----------------------|----------------|-------------------|---------|-------------------|
| <i>Critical</i> | | | | |
| 1 | P-3055.094 | 7 | 16 | 35 |
| 2 | BE-3055.071 | 5 | 9 | 21 |
| 3 | M-3055.093 | 23 | 41 | 52 |
| 4 | RG-3059.007 | 4 | 7 | 25 |
| <i>Semi Critical</i> | | | | |
| 5 | SP-3055.073 | 2 | 4 | 10 |
| 6 | S.Bc-3031.192 | 7 | 12 | 24 |
| <i>Non Critical</i> | | | | |
| 7 | BH-3055.836 | 2 | 5 | 46 |

| No | No Spare Parts | Safety Stock (SS) | ROP (s) | Max Inventory (S) |
|----|----------------|-------------------|---------|-------------------|
| 8 | BC-3031.130 | 3 | 21 | 161 |
| 9 | BP-3086.018 | 10 | 23 | 124 |
| 10 | BT-3055.855 | 4 | 9 | 48 |

Berdasarkan tabel 4.25 didapatkan nilai masing-masing parameter *continuous review* (s,S) system berupa *reorder point* dan batas maksimal stock di gudang. Masing-masing *consumable spare parts* memiliki nilai parameter yang berbeda-beda tergantung *average demand* dan jumlah *lead time* pemesanan dalam satu periode pesan.

4.2.5.3 Parameter Kebijakan Pengendalian Persediaan Kondisi Perbaikan Periodic Review (R,s,S)

Perhitungan parameter kondisi perbaikan *periodic review* (R,s,S) system memperhitungkan nilai *interval review* (R), *reorder point* (s), dan maksimal persediaan (S) di gudang. Dalam mendapatkan nilai dari masing-masing parameter tersebut digunakan perhitungan berdasarkan algoritma yang dikemukakan oleh *Smith*. Terdapat beberapa komponen *input* yang digunakan untuk mendapatkan parameter *periodic review* (R,s,S) system sebagai berikut.

Tabel 4. 26 Input Parameter Perhitungan *Periodic Review* (R,s,S) Spare Parts No.RT-3055.323

| Input Perhitungan Item GB-3476.039 | |
|---|--------------|
| Total Demand | 51 |
| Average Demand/Bulan | 2 |
| Standar Deviasi Demand (σ_D) | 2.784 |
| Lead Time (LT)/Bulan | 1 |
| Standar Deviasi Demand Selama Lead Time (σ_{LT}) | 2.784 |
| Review Interval (R)/Bulan | 2 |
| Standar Deviasi Demand Selama Lead Time & R (σ_{LT+R}) | 4.821 |
| Unit Cost (UC) | Rp 3,356,600 |
| Reorder Cost (RC) | Rp 108,040 |
| Holding Cost (HC) | Rp 88,317 |
| Stockout Cost (SC) | Rp 503,490 |

Dari komponen *input* tersebut kemudian dilakukan perhitungan parameter kebijakan kondisi perbaikan *periodic review* (R,s,S) *system* berdasarkan Langkah-langkah berikut ini.

1. Menghitung nilai kuantitas pesanan

$$q^* = \sqrt{\frac{2 \times Rp.108,040 \times 51}{88,317}} = 11 \text{ Unit}$$

2. Menghitung nilai K

$$F_{L+W}(K) = \frac{Rp.503,490 \times 51 - Rp.88,317 \times 11}{Rp.503,490 \times 51} = 0.9616$$

Dimana nilai *K* didapatkan dari tabel *safety factor* sebesar 1.8

3. Menghitung nilai *safety stock*

$$SS = 1.8 \times 4.821 = 9,$$

4. Menghitung *reorder point* (s) dan maksimal *inventory level* (S)

$$s(ROP) = 2(1+2) + 9 - \frac{2 \times 2}{2} = 14,$$

5. Menghitung nilai maksimal *inventory*

$$S = 11 + 14 + \frac{2 \times 2}{2} = 27,$$

Dari perhitungan diatas didapatkan hasil kebijakan pengendalian persediaan *periodic review* (R,s,S) *system item* RT-3055.323 yaitu nilai $q^* = 11 \text{ unit}$, $s = 14 \text{ unit}$, dan nilai persediaan maksimal sebesar $S = 27 \text{ unit}$ dan $R = 2$ bulan. Berikut ini akan ditampilkan rekapitulasi *output* perhitungan kebijakan pengendalian persediaan metode *periodic review* (R,s,S).

Tabel 4. 27 Rekapitulasi Perhitungan Parameter *Periodic Review* (R,s,S) *System*

| No | No Spare Parts | Review Interval (R) | ROP (s) | Max Inventory (S) |
|----------------------|----------------|---------------------|---------|-------------------|
| <i>Critical</i> | | | | |
| 1 | MG-3055.095 | 2 | 59 | 87 |
| <i>Semi Critical</i> | | | | |
| 2 | BE-3092.007 | 2 | 35 | 77 |
| 3 | RT-3059.323 | 2 | 14 | 27 |
| 4 | SR-3033.431 | 2 | 14 | 39 |
| <i>Non Critical</i> | | | | |
| 5 | GB-3476.039 | 2 | 17 | 25 |

Berdasarkan tabel 4.27 didapatkan nilai masing-masing parameter *periodic review* (R,s,S) *system* berupa *review interval*, *reorder point* dan batas maksimal *stock* di gudang. Sesuai perhitungan parameter persediaan tersebut didapatkan nilai *output* parameter yang bervariasi. Seperti halnya pada *item* BE-3092.007 memiliki nilai ROP sebesar 35 *unit*, sedangkan nilai ROP pada *item* RT-3059.323 sebesar 27 *unit*.

4.2.6 Simulasi Kebijakan Pengendalian Persediaan

Setelah dilakukan perhitungan parameter kebijakan pengendalian persediaan ketiga kondisi yaitu kondisi eksisting, *continuous review* (s,S) *system*, dan *periodic review* (R,s,S) *system*. Sehingga pada sub bab ini akan dilakukan proses implementasi dari ketiga kondisi tersebut. Proses yang dilakukan yaitu melakukan simulasi menggunakan metode simulasi *monte carlo*.

4.2.6.1 Simulasi Kondisi Eksisting

Kondisi saat ini PT.Y sebatas menerapkan minimal dan maksimal persediaan. Namun dalam penentuan batas minimal dan maksimal persediaan hanya berdasarkan kebutuhan tahun sebelumnya. Simulasi dilakukan selama 24 bulan di empat musim terakhir. Berikut ini merupakan skema simulasi kondisi eksisting yang kemudian dipakai sebagai acuan untuk simulasi kondisi perbaikan.

1. Persediaan awal, didapatkan dari jumlah persediaan minimum yang dihasilkan pada metode yang terpilih. Untuk persediaan periode berikutnya berdasarkan persediaan akhir pada periode sebelumnya.
2. Jumlah *order* yang datang, dilihat dari jumlah pesanan yang datang dari *supplier*. Asumsi pada periode pertama jumlah pemesanan yang datang adalah “0”. Jumlah order datang berkaitan dengan order tiba sehingga untuk memudahkan perhitungan menggunakan rumus *countif* pada *Ms.excel*
3. Jumlah *stock* yang tersedia dapat dihitung dari persediaan akhir dikurangi dengan jumlah pesanan yang datang.
4. *Demand* dari konsumen merupakan *generate* bilangan *random* berdasarkan nilai probabilitas dari *demand* pada kondisi eksisting.

5. *Demand* yang terpenuhi merupakan jumlah permintaan yang terpenuhi pada periode tersebut. Kondisi ini dapat dihitung dengan melihat nilai minimal antara *demand* dengan persediaan yang ada
6. Persediaan akhir, dilihat dari jumlah persediaan awal dikurangi dengan jumlah *demand* yang terpenuhi
7. *Stockout*, dihitung dari jumlah *demand* yang tersedia dikurangi dengan *demand* terpenuhi.
8. Keputusan order berdasarkan jumlah persediaan yang tersedia pada periode akhir. Kondisi ini menggunakan formula “0 & 1”, dimana “0” menyatakan tidak ada proses pemesanan pada periode tersebut, sedangkan “1” terdapat pemesanan ulang pada periode tersebut.
9. *Lead time* didapatkan berdasarkan kondisi eksisting
10. Periode pemesanan tiba, kondisi ini berdasarkan keputusan untuk melakukan pemesanan ulang berdasarkan durasi *lead time* kondisi eksisting
11. Biaya-biaya persediaan yang meliputi biaya melakukan pemesanan ulang (RC), biaya penyimpanan (HC), dan biaya kekurangan persediaan (SC)
12. *Service level (SL)* didapatkan dari prosentase *demand* terpenuhi dibagi dengan *demand actual*.

Dari skema simulasi diatas *output* simulasi yang akan dipertimbangkan adalah *Jumlah stockout*, rata-rata total biaya persediaan selama 4 musim terakhir, dan *rata-rata service level* yang dihasilkan dari proses *running* simulasi. Berikut merupakan salah satu contoh simulasi kondisi eksisting pada *consumable spare parts* P-3055.094

Tabel 4. 28 *Input* Parameter Simulasi Kondisi Eksisting *Item P-3055.094*

| Input Parameter P-3055.094 | |
|---|--------------|
| <i>Lead Time</i> (Bulan) | 3 |
| <i>Min Inventory</i> | 2 |
| <i>Max Inventory (S)</i> | 10 |
| <i>Unit Cost (UC)/Unit</i> | Rp 3,799,000 |
| <i>Reorder Cost (RC)/Pesanan</i> | Rp 108,040 |
| <i>Holding Cost (HC) per Unit/Bulan</i> | Rp 99,377 |
| <i>Stockout Cost (SC)/Unit</i> | Rp 569,850 |

Dalam membangun skema simulasi tentunya dibutuhkan data-data pendukung yang berfungsi sebagai *inputan* agar skema simulasi dapat dijalankan. Berdasarkan tabel 4.28 *input* yang digunakan dalam *running* simulasi antara lain *lead time* pemesanan, batas minimal dan maksimal persediaan di gudang yang ditetapkan oleh perusahaan, serta komponen biaya persediaan. Komponen biaya penyimpanan meliputi *reorder cost*, *holding cost*, dan *stockout cost*. Sedangkan untuk *lead time* pemesanan produk dihitung dari *buyer* melakukan proses pesan hingga barang diterima oleh pihak gudang perlengkapan. Adapun proses simulasi kondisi eksisting *item* P-3055.094 akan ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 4. 29 Skema Simulasi Kondisi Eksisting

| Periode | <i>Inventory Awal</i> | Jumlah Order Datang | <i>Inventory yang Tersedia</i> | <i>Demand</i> | <i>Demand Actual</i> | Demand Terpenuhi | <i>Inventory Akhir</i> | Jumlah Stockout | Keputusan Order | <i>Lead Time</i> | Order Tiba Periode Ke- |
|---------|-----------------------|---------------------|--------------------------------|---------------|----------------------|------------------|------------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 3 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 3 | 4 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 5 |
| 3 | 0 | 1 | 1 | 5 | 5 | 1 | 0 | 4 | 1 | 3 | 6 |
| 4 | 0 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 5 | 1 | 4 | 5 | 3 | 3 | 3 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 6 | 2 | 3 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 7 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 8 | 3 | 0 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 1 | 1 | 3 | 11 |
| 9 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 | 4 | 1 | 3 | 12 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 3 | 1 | 3 | 13 |
| 11 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 12 | 3 | 0 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 1 | 3 | 15 |
| 13 | 0 | 3 | 3 | -1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 14 | 3 | 0 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 15 | 1 | 2 | 3 | 4 | 4 | 3 | 0 | 1 | 1 | 3 | 18 |
| 16 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 19 |
| 17 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 | 4 | 1 | 3 | 20 |
| 18 | 0 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 19 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 |

| Periode | Inventory Awal | Jumlah Order Datang | Inventory yang Tersedia | Demand | Demand Actual | Demand Terpenuhi | Inventory Akhir | Jumlah Stockout | Keputusan Order | Lead Time | Order Tiba Periode Ke- |
|---------|----------------|---------------------|-------------------------|--------|---------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------|------------------------|
| 20 | 2 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 21 | 4 | 0 | 4 | -1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| 22 | 4 | 0 | 4 | 4 | 4 | 4 | 0 | 1 | 1 | 3 | 25 |
| 23 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 3 | 26 |
| 24 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 3 | 1 | 3 | 27 |
| | | | | | | | | 26 | | | |

Tabel 4.29 menunjukkan skema simulasi kondisi eksisting pada *consumable spare parts item P-3055.094* didapatkan *output* simulasi berupa jumlah *stockout* dalam 24 bulan terakhir sebesar 26 *unit*. Adapun hasil *running* simulasi diatas nilainya akan berubah-ubah sesuai dengan *generate* bilangan random yang dilakukan. Selain menghasilkan *output* simulasi berupa jumlah *stockout* dan *service level*, total biaya persediaan juga merupakan *output* simulasi yang dipertimbangkan. Berikut merupakan skema simulasi pada biaya persediaan.

Tabel 4. 30 Skema Simulasi Biaya Persediaan Kondisi Eksisting

| Periode | Reorder Cost (RC) | Holding Cost (HC) | Stockout Cost (SC) | Total Biaya Persediaan | Service Level (SL) |
|---------|-------------------|-------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| 0 | Rp 108,040 | Rp - | Rp 100,135 | Rp 208,175 | 0% |
| 1 | Rp 108,040 | Rp - | Rp 1,270,998 | Rp 1,379,038 | 0% |
| 2 | Rp 108,040 | Rp - | Rp 631,222 | Rp 739,261 | 0% |
| 3 | Rp 108,040 | Rp - | Rp 2,257,505 | Rp 2,365,545 | 22% |
| 4 | Rp - | Rp 63,769 | Rp - | Rp 63,769 | 100% |

| Periode | <i>Reorder Cost (RC)</i> | <i>Holding Cost (HC)</i> | <i>Stockout Cost (SC)</i> | Total Biaya Persediaan | <i>Service Level (SL)</i> |
|---------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------|---------------------------|
| 5 | Rp - | Rp 227,020 | Rp - | Rp 227,020 | 100% |
| 6 | Rp - | Rp 249,600 | Rp - | Rp 249,600 | 100% |
| 7 | Rp - | Rp 249,600 | Rp - | Rp 249,600 | 100% |
| 8 | Rp 108,040 | Rp - | Rp 391,471 | Rp 499,511 | 79% |
| 9 | Rp 108,040 | Rp - | Rp 2,302,334 | Rp 2,410,374 | 0% |
| 10 | Rp 108,040 | Rp - | Rp 1,595,677 | Rp 1,703,716 | 0% |
| 11 | Rp - | Rp 278,271 | Rp - | Rp 278,271 | 100% |
| 12 | Rp 108,040 | Rp - | Rp 178,928 | Rp 286,968 | 90% |
| 13 | Rp - | Rp 299,515 | Rp - | Rp 299,515 | 100% |
| 14 | Rp - | Rp 107,514 | Rp - | Rp 107,514 | 100% |
| 15 | Rp 108,040 | Rp - | Rp 483,271 | Rp 591,311 | 78% |
| 16 | Rp 108,040 | Rp - | Rp - | Rp 108,040 | 100% |
| 17 | Rp 108,040 | Rp - | Rp 2,153,941 | Rp 2,261,981 | 0% |
| 18 | Rp - | Rp 173,519 | Rp - | Rp 173,519 | 100% |
| 19 | Rp - | Rp 206,625 | Rp - | Rp 206,625 | 100% |
| 20 | Rp - | Rp 375,628 | Rp - | Rp 375,628 | 100% |
| 21 | Rp - | Rp 375,628 | Rp - | Rp 375,628 | 100% |
| 22 | Rp 108,040 | Rp - | Rp 337,795 | Rp 445,835 | 86% |
| 23 | Rp 108,040 | Rp - | Rp 1,306,601 | Rp 1,414,641 | 0% |
| 24 | Rp 108,040 | Rp - | Rp 1,740,998 | Rp 1,849,037 | 0% |
| | | | | Rp 754,805 | 62% |

Hasil simulasi biaya persediaan pada tabel 4.30 menunjukkan bahwa rata-rata total biaya persediaan selama 24 bulan terakhir sebesar Rp. 754,805 dengan nilai rata-rata *service level* yang diperoleh sebesar 62%. Kemudian simulasi ini dijalankan sebanyak 100 kali percobaan untuk mendapatkan hasil yang optimal. Berikut ini merupakan rekapitulasi *output* simulasi keseluruhan *consumable spare parts* pada kondisi eksisting

Tabel 4. 31 Rekapitulasi Hasil Simulasi Kondisi Eksisting

| No | No Spare Parts | Total Biaya Persediaan | Service Level |
|----------------------|----------------|------------------------|---------------|
| <i>Critical</i> | | | |
| 1 | P-3055.094 | Rp 979,078 | 65% |
| 2 | BE-3055.071 | Rp 972,705 | 81% |
| 3 | M-3055.093 | Rp 3,580,318 | 73% |
| 4 | RG-3059.007 | Rp 331,133 | 79% |
| 5 | MG-3055.095 | Rp 9,855,303 | 77% |
| <i>Semi Critical</i> | | | |
| 6 | SP-3055.073 | Rp 614,168 | 94% |
| 7 | BE-3092.007 | Rp 5,241,485 | 63% |
| 8 | S.Bc-3031.192 | Rp 1,729,777 | 78% |
| 9 | RT-3059.323 | Rp 581,786 | 80% |
| 10 | SR-3033.431 | Rp 264,449 | 76% |
| <i>Non Critical</i> | | | |
| 11 | GB-3476.039 | Rp 1,773,840 | 93% |
| 12 | BH-3055.836 | Rp 99,002 | 76% |
| 13 | BC-3031.130 | Rp 93,530 | 79% |
| 14 | BP-3086.018 | Rp 145,935 | 77% |
| 15 | BT-3055.855 | Rp 179,377 | 67% |

4.2.6.2 Simulasi Kondisi Perbaikan Continuous Review (s,S) System

Proses simulasi pada kondisi *continuous review* (s,S) system, sama seperti halnya pada simulasi kondisi eksisting. Perbedaannya terletak pada *input* simulasi yang digunakan dan proses penentuan keputusan order. *Input* simulasi yang digunakan pada kondisi ini berdasarkan hasil perhitungan parameter kebijakan pengendalian persediaan kondisi perbaikan (s,S) system. Kemudian dalam penentuan keputusan order berdasarkan nilai persediaan akhir. Apabila nilai persediaan akhir telah mencapai atau kurang dari nilai *reorder point* maka dilakukan proses pemesanan. Dengan kuantitas order yang dipesan kepada *supplier* tidak boleh melebihi batas maksimal persediaan. Nilai dari kuantitas order dihitung berdasarkan pengurangan antara persediaan maksimal dengan persediaan akhir pada periode tersebut. Berikut merupakan contoh simulasi *continuous review* (s,S) system pada item P-3055.094.

Tabel 4. 32 *Input* Parameter Simulasi Kondisi Perbaikan (s,S) System

| Input parameter Item P-3055.094 | |
|---|--------------|
| <i>ROP (s) (Unit)</i> | 16 |
| <i>Max Inventory (S) (Unit)</i> | 35 |
| <i>Unit Cost (UC)/Unit</i> | Rp 3,799,000 |
| <i>Reorder Cost (RC)/Pesanan</i> | Rp 108,040 |
| <i>Holding Cost (HC) per Unit/Bulan</i> | Rp 99,377 |
| <i>Stockout Cost (SC)/Unit</i> | Rp 569,850 |
| <i>Lead Time /Bulan</i> | 3 |
| <i>Order Quantity (Unit)</i> | 12 |

Berdasarkan *input* parameter simulasi kondisi (s,S) system pada tabel 4.32 bahwa nilai *average demand* didapatkan dari *generate* bilangan *random* sesuai dengan nilai parameter distribusi *demand actual*. Kemudian nilai *reorder point*, komponen biaya persediaan dan batas maksimal persediaan didapatkan dari proses perhitungan parameter persediaan yang sudah dijelaskan pada subbab 4.2.5. Setelah dilakukan *running* simulasi tahap selanjutnya yaitu penentuan jumlah replikasi. Untuk menentukan apakah jumlah replikasi yang dijalankan telah memenuhi rentang yang diharapkan. Maka dilakukan perhitungan jumlah replikasi dengan cara menghitung nilai *Half Width* (HW).

$$HW = \frac{1.98422 \times 0.17145}{\sqrt{100}} = 0.03401$$

Dimana nilai $(t_{n-1;1-\alpha/2})$ didapatkan dari tabel distribusi t dengan *degree of freedom* sebesar $(n-1)$. Dengan nilai α sebesar 5% dan jumlah replikasi $n=100$ kali dan standar deviasi σ sebesar 0.17145. Setelah didapatkan nilai *HW*, kemudian dilakukan perhitungan persentase *error* terhadap nilai rata-rata berdasarkan persamaan berikut.

$$\% \text{ error} = \frac{0.03401}{3.415} \times 100\% = 0.9962\%,$$

Berdasarkan hasil perhitungan persentase *error* diatas nilai *error* yang dihasilkan sebesar 0.9962%. Kondisi ini menyatakan bahwa nilai *error* hitung lebih kecil dibandingkan nilai *error* yang ditetapkan, sehingga jumlah replikasi yang dilakukan telah memenuhi rentang yang diharapkan.

Tabel 4. 33 Skema Simulasi Kondisi Perbaikan *Continuous Review (s,S) System*

| Periode | Inventory Awal | Jumlah Order Datang | Inventory yang Tersedia | Demand | Demand Actual | Demand Terpenuhi | Inventory Akhir | Jumlah Stockout | Posisi Persediaan | Keputusan Order | Lead Time | Order Tiba Periode Ke- |
|---------|----------------|---------------------|-------------------------|--------|---------------|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------|------------------------|
| 0 | 2 | 0 | 2 | 5 | 5 | 2 | 0 | 3 | 0 | 1 | 3 | 3 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | -1 | 3 | 0 | 0 | 3 | 35 | 0 | 3 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 5 | 8 | 0 | 0 | 8 | 0 | 1 | 3 | 5 |
| 3 | 0 | 35 | 35 | 0 | 9 | 9 | 27 | 0 | 62 | 0 | 3 | 0 |
| 4 | 27 | 0 | 27 | 8 | 8 | 8 | 18 | 0 | 18 | 0 | 3 | 0 |
| 5 | 18 | 17 | 35 | 6 | 6 | 6 | 30 | 0 | 30 | 0 | 3 | 0 |
| 6 | 30 | 0 | 30 | 3 | 3 | 3 | 27 | 0 | 27 | 0 | 3 | 0 |
| 7 | 27 | 0 | 27 | 2 | 2 | 2 | 25 | 0 | 25 | 0 | 3 | 0 |
| 8 | 25 | 0 | 25 | 1 | 1 | 1 | 24 | 0 | 24 | 0 | 3 | 0 |
| 9 | 24 | 0 | 24 | 1 | 1 | 1 | 23 | 0 | 23 | 0 | 3 | 0 |
| 10 | 23 | 0 | 23 | 5 | 5 | 5 | 17 | 0 | 17 | 0 | 3 | 0 |
| 11 | 17 | 0 | 17 | 1 | 1 | 1 | 16 | 0 | 16 | 0 | 3 | 0 |
| 12 | 16 | 0 | 16 | 3 | 3 | 3 | 13 | 0 | 13 | 1 | 3 | 15 |
| 13 | 13 | 0 | 13 | 5 | 5 | 5 | 8 | 0 | 31 | 0 | 3 | 0 |
| 14 | 8 | 0 | 8 | 1 | 1 | 1 | 7 | 0 | 7 | 1 | 3 | 17 |
| 15 | 7 | 28 | 35 | 4 | 4 | 4 | 32 | 0 | 60 | 0 | 3 | 0 |
| 16 | 32 | 0 | 32 | 3 | 3 | 3 | 29 | 0 | 29 | 0 | 3 | 0 |
| 17 | 29 | 6 | 35 | 2 | 2 | 2 | 34 | 0 | 34 | 0 | 3 | 0 |
| 18 | 34 | 0 | 34 | 7 | 7 | 7 | 26 | 0 | 26 | 0 | 3 | 0 |

| Periode | Inventory Awal | Jumlah Order Datang | Inventory yang Tersedia | Demand | Demand Actual | Demand Terpenuhi | Inventory Akhir | Jumlah Stockout | Posisi Persediaan | Keputusan Order | Lead Time | Order Tiba Periode Ke- |
|---------|----------------|---------------------|-------------------------|--------|---------------|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------|------------------------|
| 19 | 26 | 0 | 26 | 1 | 1 | 1 | 25 | 0 | 25 | 0 | 3 | 0 |
| 20 | 25 | 0 | 25 | 3 | 3 | 3 | 22 | 0 | 22 | 0 | 3 | 0 |
| 21 | 22 | 0 | 22 | 7 | 7 | 7 | 15 | 0 | 15 | 1 | 3 | 24 |
| 22 | 15 | 0 | 15 | 2 | 2 | 2 | 14 | 0 | 34 | 0 | 3 | 0 |
| 23 | 14 | 0 | 14 | -1 | 0 | 0 | 14 | 0 | 14 | 1 | 3 | 26 |
| 24 | 14 | 22 | 35 | 3 | 3 | 3 | 32 | 0 | 54 | 0 | 3 | 0 |
| | | | | | | | | 15 | | | | |

Tabel 4.33 menunjukkan skema simulasi kondisi perbaikan yaitu *continuous review (s,S) system* pada *consumable spare parts item P-3055.094* didapatkan *output* simulasi berupa jumlah *stockout* dalam 24 bulan terakhir sebesar 15 unit. Nilai rata-rata total biaya persediaan yang dihasilkan sebesar Rp. 2,262,507 per periode dengan rata-rata *service level* sebesar 90% Adapun hasil *running* simulasi diatas nilainya akan berubah-ubah sesuai dengan *generate* bilangan random yang dilakukan. Berikut merupakan skema simulasi pada biaya persediaan.

Tabel 4. 34 Skema Simulasi Biaya Persediaan Kondisi Perbaikan *Continuous Review (s,S) System*

| Periode | Reorder Cost (RC) | Holding Cost (HC) | Stockout Cost (SC) | Total Biaya Persediaan | Service Level (SL) |
|---------|-------------------|-------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| 0 | Rp 108,040 | Rp - | Rp 1,867,176 | Rp 1,975,216 | 38% |
| 1 | Rp - | Rp - | Rp 1,867,176 | Rp 1,867,176 | 0% |

| Periode | <i>Reorder Cost (RC)</i> | <i>Holding Cost (HC)</i> | <i>Stockout Cost (SC)</i> | <i>Total Biaya Persediaan</i> | <i>Service Level (SL)</i> |
|---------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| 2 | Rp 108,040 | Rp - | Rp 4,811,443 | Rp 4,919,483 | 0% |
| 3 | Rp - | Rp 2,637,441 | Rp - | Rp 2,637,441 | 100% |
| 4 | Rp - | Rp 1,817,323 | Rp - | Rp 1,817,323 | 100% |
| 5 | Rp - | Rp 2,947,897 | Rp - | Rp 2,947,897 | 100% |
| 6 | Rp - | Rp 2,638,655 | Rp - | Rp 2,638,655 | 100% |
| 7 | Rp - | Rp 2,478,017 | Rp - | Rp 2,478,017 | 100% |
| 8 | Rp - | Rp 2,342,945 | Rp - | Rp 2,342,945 | 100% |
| 9 | Rp - | Rp 2,241,317 | Rp - | Rp 2,241,317 | 100% |
| 10 | Rp - | Rp 1,735,465 | Rp - | Rp 1,735,465 | 100% |
| 11 | Rp - | Rp 1,621,208 | Rp - | Rp 1,621,208 | 100% |
| 12 | Rp 108,040 | Rp 1,290,206 | Rp - | Rp 1,398,246 | 100% |
| 13 | Rp - | Rp 818,026 | Rp - | Rp 818,026 | 100% |
| 14 | Rp 108,040 | Rp 731,118 | Rp - | Rp 839,157 | 100% |
| 15 | Rp - | Rp 3,158,055 | Rp - | Rp 3,158,055 | 100% |
| 16 | Rp - | Rp 2,870,140 | Rp - | Rp 2,870,140 | 100% |
| 17 | Rp - | Rp 3,331,040 | Rp - | Rp 3,331,040 | 100% |
| 18 | Rp - | Rp 2,599,524 | Rp - | Rp 2,599,524 | 100% |
| 19 | Rp - | Rp 2,486,030 | Rp - | Rp 2,486,030 | 100% |
| 20 | Rp - | Rp 2,202,592 | Rp - | Rp 2,202,592 | 100% |
| 21 | Rp 108,040 | Rp 1,508,617 | Rp - | Rp 1,616,657 | 100% |
| 22 | Rp - | Rp 1,344,485 | Rp - | Rp 1,344,485 | 100% |
| 23 | Rp 108,040 | Rp 1,344,485 | Rp - | Rp 1,452,525 | 100% |

| Periode | <i>Reorder Cost (RC)</i> | <i>Holding Cost (HC)</i> | <i>Stockout Cost (SC)</i> | <i>Total Biaya Persediaan</i> | <i>Service Level (SL)</i> |
|---------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| 24 | Rp - | Rp 3,224,056 | Rp - | Rp 3,224,056 | 100% |
| | | | | Rp 2,262,507 | 90% |

Kemudian simulasi ini dijalankan sebanyak 100 kali percobaan untuk mendapatkan hasil yang optimal. Berikut ini merupakan rekapitulasi *output* simulasi keseluruhan *consumable spare parts* pada kondisi (s,S) system.

Tabel 4. 35 Rekapitulasi Hasil Simulasi Kondisi Perbaikan (s,S) System

| Continuous Review (s,S) | | | |
|-------------------------|----------------|------------------------|---------------|
| No | No.Spare Parts | Total Biaya Persediaan | Service Level |
| 1 | P-3055.094 | Rp 2,203,394 | 98% |
| 2 | M-3055.093 | Rp 13,923,027 | 99% |
| 3 | RG-3059.007 | Rp 590,395 | 100% |
| 4 | SP-3055.073 | Rp 1,530,202 | 100% |
| 5 | S.Bc-3031.192 | Rp 2,384,742 | 100% |
| 6 | BH-3055.836 | Rp 226,706 | 100% |
| 7 | BC-3031.130 | Rp 312,643 | 96% |
| 8 | BP-3086.018 | Rp 409,565 | 99% |
| 9 | BT-3055.855 | Rp 400,640 | 100% |
| 10 | BE-3055.071 | Rp 2,395,074 | 100% |

4.2.6.3 Simulasi Kondisi Perbaikan Periodic Review (R,s,S) System

Skema simulasi kondisi *periodic review* (R,s,S) system sedikit ada perbedaan dengan kondisi *continuous review* (s,S) system. Dimana pada kondisi (R,s,S) mempertimbangkan waktu *review* dalam melakukan *replenishment*, sehingga pada saat posisi persediaan tepat atau kurang dari nilai *reorder point* namun belum mencapai *waktu review* yang ditentukan maka tidak dilakukan pemesanan ulang. Pemesanan dilakukan Ketika posisi persediaan tepat atau kurang dari nilai *reorder point* dan sudah mencapai waktu *review* yang ditentukan. Waktu *review* posisi persediaan dilakukan setiap 2 bulan sekali. Berikut *input* yang digunakan untuk melakukan simulasi pada kondisi *periodic review item* RT-3059.323.

Tabel 4. 36 Input Parameter Simulasi Kondisi Perbaikan (R,s,S) System

| Input Parameter Simulasi Kondisi Perbaikan (R,s,S) System Item RT-3059.323 | |
|--|--------------|
| Periode Review (Bulan) | 2 |
| Lead Time (Bulan) | 1 |
| Kuantitas Order (Unit) | 11 |
| ROP (s) (Unit) | 14 |
| Max Inventory (S) (Unit) | 27 |
| Unit Cost (UC)/Unit | Rp 3,356,600 |
| Reorder Cost (RC)/Pesan | Rp 108,040 |
| Holding Cost (HC) per Unit/Bulan | Rp 88,317 |
| Stockout Cost (SC)/Unit | Rp 503,490 |

Berdasarkan *input* parameter simulasi kondisi (R,s,S) *system* pada tabel 4.36 bahwa nilai *average demand* sama seperti kondisi (s,S) *system* didapatkan dari *generate* bilangan *random* sesuai dengan nilai parameter distribusi *demand actual*. Kemudian nilai *reorder point*, komponen biaya persediaan, batas maksimal persediaan dan *interval review* didapatkan dari proses perhitungan parameter persediaan yang sudah dijelaskan pada subbab 4.2.5. Setelah dilakukan *running* simulasi tahap selanjutnya yaitu penentuan jumlah replikasi. Untuk menentukan apakah jumlah replikasi yang dijalankan telah memenuhi rentang yang diharapkan. Maka dilakukan perhitungan jumlah replikasi dengan cara menghitung nilai *Half With* (HW).

$$HW = \frac{(t_{n-1;1-\alpha/2}) \times \sigma}{\sqrt{n}}$$

$$HW = \frac{1.98422 \times 0.03419}{\sqrt{100}} = 0.00678$$

Dimana nilai $(t_{n-1;1-\alpha/2})$ didapatkan dari tabel distribusi t dengan *degree of freedom* sebesar $(n-1)$. Dengan nilai α sebesar 5% dan jumlah replikasi $n=100$ kali dan standar deviasi σ sebesar 0.03419. Setelah didapatkan nilai *HW*, kemudian dilakukan perhitungan persentase *error* terhadap nilai rata-rata berdasarkan persamaan berikut.

$$\% \text{ error} = \frac{0.00678}{3.04} \times 100\% = 0.223\%,$$

Berdasarkan hasil perhitungan persentase *error* diatas nilai *error* yang dihasilkan sebesar 0.223%. Kondisi ini menyatakan bahwa nilai *error* hitung lebih kecil dibandingkan nilai *error* yang ditetapkan, sehingga jumlah replikasi yang dilakukan telah memenuhi rentang yang diharapkan. Dari penentuan parameter *input* dan jumlah replikasi kemudian akan ditampilkan skema simulasi *consumable spare parts item* RT-3059.323.

Tabel 4. 37 Skema Simulasi Kondisi Perbaikan *Periodic Review (R,s,S) System*

| Period e | Inventor y Awal | Jumlah Order Datan g | Inventor y yang Tersedia | Deman d | Deman d Actual | Demand Terpenuhi | Inventor y Akhir | Jumlah Stockout | Posisi Persediaan | Keputusan Order | Lead Time | Period e Review | OrderTiba Periode Ke- |
|----------|-----------------|----------------------|--------------------------|---------|----------------|------------------|------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------|-----------------|-----------------------|
| 0 | 2 | 0 | 2 | -1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 2 | 0 | 2 | 3 | 3 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| 2 | 0 | 27 | 27 | 3 | 4 | 4 | 23 | 0 | 50 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 23 | 0 | 23 | 4 | 4 | 4 | 19 | 0 | 19 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 4 | 19 | 0 | 19 | 5 | 5 | 5 | 14 | 0 | 14 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 5 | 14 | 0 | 14 | 2 | 2 | 2 | 12 | 0 | 12 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| 6 | 12 | 15 | 27 | 4 | 4 | 4 | 23 | 0 | 38 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 7 | 23 | 0 | 23 | 5 | 5 | 5 | 18 | 0 | 18 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 8 | 18 | 0 | 18 | 6 | 6 | 6 | 12 | 0 | 12 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 9 | 12 | 0 | 12 | 3 | 3 | 3 | 9 | 0 | 9 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| 10 | 9 | 19 | 27 | 4 | 4 | 4 | 23 | 0 | 42 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 11 | 23 | 0 | 23 | 1 | 1 | 1 | 22 | 0 | 22 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 12 | 22 | 0 | 22 | 2 | 2 | 2 | 21 | 0 | 21 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 13 | 21 | 0 | 21 | 3 | 3 | 3 | 18 | 0 | 18 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 14 | 18 | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 | 18 | 0 | 18 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 15 | 18 | 0 | 18 | 1 | 1 | 1 | 16 | 0 | 16 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 16 | 16 | 0 | 16 | 4 | 4 | 4 | 12 | 0 | 12 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 17 | 12 | 0 | 12 | 8 | 8 | 8 | 5 | 0 | 5 | 1 | 1 | 1 | 18 |
| 18 | 5 | 23 | 27 | 1 | 1 | 1 | 26 | 0 | 48 | 0 | 1 | 0 | 0 |

| Period e | Inventor y Awal | Jumlah Order Datan g | Inventor y yang Tersedia | Deman d | Deman d Actual | Demand Terpenuh i | Inventor y Akhir | Jumlah Stockout | Posisi Persediaan | Keputusa n Order | Lead Time | Period e Review | OrderTiba Periode Ke- |
|----------|-----------------|----------------------|--------------------------|---------|----------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------|------------------|-----------|-----------------|-----------------------|
| 19 | 26 | 0 | 26 | -3 | 0 | 0 | 26 | 0 | 26 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 20 | 26 | 0 | 26 | -2 | 0 | 0 | 26 | 0 | 26 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 21 | 26 | 0 | 26 | -2 | 0 | 0 | 26 | 0 | 26 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 22 | 26 | 0 | 26 | 0 | 0 | 0 | 26 | 0 | 26 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 23 | 26 | 0 | 26 | 4 | 4 | 4 | 22 | 0 | 22 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 24 | 22 | 0 | 22 | 1 | 1 | 1 | 20 | 0 | 20 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | | | | | | | | 1 | | | | | |

Tabel 4.37 menunjukkan skema simulasi kondisi eksisting pada *consumable spare parts item* RT-3059.323 didapatkan *output* simulasi berupa jumlah *stockout* dalam 24 bulan terakhir sebesar 1 unit. Adapun hasil *running* simulasi diatas nilainya akan berubah-ubah sesuai dengan *generate* bilangan random yang dilakukan. Selain menghasilkan *output* simulasi berupa jumlah *stockout* dan *service level*, total biaya persediaan juga merupakan *output* simulasi yang dipertimbangkan. Berikut merupakan skema simulasi pada biaya persediaan.

Tabel 4. 38 Skema Simulasi Biaya Persediaan Kondisi Perbaikan *Periodic Review (R,S,S) System*

| Periode | Reorder Cost (RC) | Holding Cost (HC) | Stockout Cost (SC) | Total Biaya Persediaan | Service Level (SL) |
|---------|-------------------|-------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| 0 | Rp - | Rp 176,633 | Rp - | Rp 176,633 | 100% |
| 1 | Rp 108,040 | Rp - | Rp 663,742 | Rp 771,781 | 59% |
| 2 | Rp - | Rp 2,030,507 | Rp - | Rp 2,030,507 | 100% |

| Periode | Reorder Cost (RC) | Holding Cost (HC) | Stockout Cost (SC) | Total Biaya Persediaan | Service Level (SL) |
|---------|-------------------|-------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| 3 | Rp - | Rp 1,707,180 | Rp - | Rp 1,707,180 | 100% |
| 4 | Rp - | Rp 1,235,216 | Rp - | Rp 1,235,216 | 100% |
| 5 | Rp 108,040 | Rp 1,087,317 | Rp - | Rp 1,195,357 | 100% |
| 6 | Rp - | Rp 2,030,274 | Rp - | Rp 2,030,274 | 100% |
| 7 | Rp - | Rp 1,552,593 | Rp - | Rp 1,552,593 | 100% |
| 8 | Rp - | Rp 1,030,617 | Rp - | Rp 1,030,617 | 100% |
| 9 | Rp 108,040 | Rp 757,917 | Rp - | Rp 865,957 | 100% |
| 10 | Rp - | Rp 2,024,356 | Rp - | Rp 2,024,356 | 100% |
| 11 | Rp - | Rp 1,963,605 | Rp - | Rp 1,963,605 | 100% |
| 12 | Rp - | Rp 1,812,087 | Rp - | Rp 1,812,087 | 100% |
| 13 | Rp - | Rp 1,564,573 | Rp - | Rp 1,564,573 | 100% |
| 14 | Rp - | Rp 1,557,318 | Rp - | Rp 1,557,318 | 100% |
| 15 | Rp - | Rp 1,446,127 | Rp - | Rp 1,446,127 | 100% |
| 16 | Rp - | Rp 1,081,199 | Rp - | Rp 1,081,199 | 100% |
| 17 | Rp 108,040 | Rp 413,623 | Rp - | Rp 521,662 | 100% |
| 18 | Rp - | Rp 2,290,181 | Rp - | Rp 2,290,181 | 100% |
| 19 | Rp - | Rp 2,290,181 | Rp - | Rp 2,290,181 | 100% |
| 20 | Rp - | Rp 2,290,181 | Rp - | Rp 2,290,181 | 100% |
| 21 | Rp - | Rp 2,290,181 | Rp - | Rp 2,290,181 | 100% |
| 22 | Rp - | Rp 2,255,632 | Rp - | Rp 2,255,632 | 100% |
| 23 | Rp - | Rp 1,921,001 | Rp - | Rp 1,921,001 | 100% |
| 24 | Rp - | Rp 1,796,861 | Rp - | Rp 1,796,861 | 100% |
| | | | | Rp 1,588,050 | 98% |

Hasil simulasi biaya persediaan pada tabel 4.38 menunjukkan bahwa rata-rata total biaya persediaan selama 24 bulan terakhir sebesar Rp. 1,588,050 dengan nilai rata-rata *service level* yang diperoleh sebesar 98%. Kemudian simulasi ini dijalankan sebanyak 100 kali percobaan untuk mendapatkan hasil yang optimal. Berikut ini merupakan rekapitulasi *output* simulasi keseluruhan *consumable spare parts* pada kondisi (R,s,S) system item RT-3059.323.

Tabel 4. 39 Rekapitulasi Hasil Simulasi Kondisi Perbaikan (R,s,S) System

| Periodic Review (R,s,S) | | | |
|-------------------------|----------------|------------------------|---------------|
| No | No.Spare Parts | Total Biaya Persediaan | Service Level |
| 1 | MG-3055.095 | Rp 11.766.875 | 98% |
| 2 | BE-3092.007 | Rp 1.256.376 | 98% |
| 3 | RT-3059.323 | Rp 1.652.717 | 99% |
| 4 | SR-3033.431 | Rp 770.973 | 98% |
| 5 | GB-3476.039 | Rp 6.409.877 | 99% |

4.2.6.4 Perbandingan Hasil Simulasi Kondisi Eksisting dan Perbaikan

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai perbandingan hasil simulasi kondisi dan kondisi perbaikan berupa *continuous review* (s,S) dan *periodic review* (R,s,S). Proses perbandingan yang dilakukan dengan melihat *output* simulasi dari ke tiga kondisi. Simulasi dijalankan sebanyak 100 replikasi sesuai dengan perhitungan yang dilakukan pada masing-masing kondisi. *Output* simulasi yang dibandingkan antara lain jumlah *stockout*, rata-rata total biaya persediaan dan *service level*. Nilai dari masing-masing *output* simulasi tentunya berubah-ubah sesuai dengan *generate* bilangan *random* yang dilakukan pada saat *running* simulasi. Berikut merupakan hasil perbandingan *output* simulasi dari ketiga kondisi.

Berdasarkan tabel 4.40 hasil dari perbandingan *output* simulasi didapatkan bahwa jumlah *stockout* pada kondisi perbaikan jauh lebih sedikit dibandingkan kondisi eksisting. Salah satu contohnya pada *consumable spare parts item* P-30550.94 jumlah *stockout* sebelum perbaikan sebesar 26 *item* selama 24 periode sedangkan jumlah setelah dilakukan perbaikan menggunakan metode *continuous review* (s,S) *system* sebesar 15 *unit* selama 24 periode. Penurunan jumlah *stockout* pada kondisi perbaikan ini menyebabkan nilai *service level* akan semakin meningkat.

Tabel 4. 40 Perbandingan *Output* Simulasi Ketiga Kondisi

| No | No.Spare Parts | <i>Kondisi Eksisting</i> | | <i>Kondisi Continuous Review (s,S)</i> | | <i>Kondisi Periodic Review (R,s,S)</i> | |
|----------------------|-------------------|---------------------------|------------------|--|---------------|--|---------------|
| | | Total Biaya Persediaan | Service Level | Total Biaya Persediaan | Service Level | Total Biaya Persediaan | Service Level |
| <i>Critical</i> | | | | | | | |
| 1 | P-3055.094 | Rp 1,003,366 | 61% | Rp 2,316,883 | 98% | | |
| 2 | BE-3055.071 | Rp 1,634,792 | 89% | Rp 2,373,805 | 100% | | |
| 3 | M-3055.093 | Rp 3,071,340 | 79% | Rp 14,559,336 | 100% | | |
| 4 | RG-3059.007 | Rp 297,371 | 81% | Rp 594,900 | 99% | | |
| 5 | MG-3055.095 | Rp 9,930,669 | 78% | | | Rp 11,787,652 | 99% |
| <i>Semi Critical</i> | | | | | | | |
| 6 | SP-3055.073 | Rp 568,807 | 95% | Rp 1,658,040 | 100% | | |
| 7 | BE-3092.007 | Rp 5,221,898 | 61% | | | Rp 1,274,762 | 99% |
| 8 | S.Bc-3031.192 | Rp 1,644,206 | 79% | Rp 2,448,573 | 99% | | |
| 9 | RT-3059.323 | Rp 582,964 | 81% | | | Rp 1,566,886 | 99% |
| 10 | SR-3033.431 | Rp 240,819 | 80% | | | Rp 713,769 | 99% |
| <i>Non Critical</i> | | | | | | | |
| 11 | GB-3476.039 | Rp 1,723,160 | 94% | | | Rp 6,121,101 | 99% |
| 12 | BH-3055.836 | Rp 100,656 | 75% | Rp 232,254 | 100% | | |
| 13 | BC-3031.130 | Rp 91,488 | 77% | Rp 335,810 | 97% | | |
| 14 | BP-3086.018 | Rp 130,502 | 80% | Rp 411,951 | 99% | | |
| 15 | BT-3055.855 | Rp 174,491 | 73% | Rp 367,421 | 100% | | |

4.2.7 Perancangan Skenario Pada Rekomendasi Kebijakan Pengendalian Persediaan

Setelah didapatkan hasil simulasi pada masing-masing kondisi perbaikan tahap selanjutnya yaitu melakukan pengambilan keputusan dengan cara membuat skenario persediaan. Pada sub bab ini akan dilakukan perancangan skenario untuk mewakili suatu percobaan yang dilakukan dengan kondisi tertentu. Tujuan dilakukan perancangan skenario adalah untuk mendapatkan hasil simulasi yang optimal dengan cara mengubah-ubah parameter *input* secara *incremental* pada setiap percobaan yang dilakukan. Jumlah skenario yang dikembangkan sebanyak 16 skenario pada masing-masing *consumable spare parts* yang terpilih. Proses pemilihan skenario terbaik dilakukan dengan membandingkan nilai *service level*, total *cost* dan jumlah *stockout*. Namun dalam penelitian ini perusahaan lebih berfokus pada nilai *service level* yang optimum, karena *service level* berhubungan dengan jumlah *stockout*. Nilai *service level* yang ingin dicapai oleh perusahaan sebesar 95%.

4.2.7.1 Skenario Kondisi Perbaikan Continuous Review (*s,S*) System

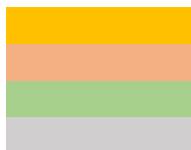
Hasil skema dari proses simulasi kondisi *continuous review* (*s,S*) system akan dikembangkan menjadi rancangan skenario persediaan. Proses perancangan skenario pada kondisi ini dengan cara mengubah parameter *input* yaitu persediaan maksimal dan *reorder point* secara *incremental*. Parameter *input* diubah dengan cara men-generate nilai *reorder point* dan persediaan maksimal bertambah satu satuan. Skenario terbaik didapatkan dengan cara membandingkan ke-16 skenario yang memiliki nilai *service level* dan total *cost* yang paling optimal. Namun nilai *stockout* juga dipertimbangkan ketika *service level* dan total *cost* masuk ke dalam *range* yang diinginkan perusahaan. Berikut merupakan skenario pada kondisi perbaikan *continuous review* (*s,S*) system masing-masing *consumable spare parts*.

Tabel 4. 41 Skenario Kondisi Perbaikan (*s,S*) system Spare Parts Item P-3055.094

| Skenario | <i>s</i> | <i>S</i> | <i>Stockout</i> | Total Biaya Persediaan | <i>Service Level</i> |
|------------------------|----------|----------|-----------------|------------------------|----------------------|
| Kondisi (<i>s,S</i>) | 16 | 35 | 2 | Rp 2.319.959 | 99% |
| Skenario 1 | 17 | 36 | 3 | Rp 2.262.593 | 99% |

| Skenario | s | S | Stockout | Total Biaya Persediaan | Service Level |
|-------------|----|----|----------|------------------------|---------------|
| Skenario 2 | 18 | 37 | 0 | Rp 2.473.072 | 100% |
| Skenario 3 | 19 | 38 | 28 | Rp 2.668.814 | 97% |
| Skenario 4 | 20 | 39 | 33 | Rp 2.698.947 | 97% |
| Skenario 5 | 21 | 40 | 6 | Rp 2.885.046 | 97% |
| Skenario 6 | 22 | 41 | 24 | Rp 2.886.264 | 97% |
| Skenario 7 | 23 | 42 | 24 | Rp 2.989.346 | 97% |
| Skenario 8 | 24 | 43 | 13 | Rp 3.095.559 | 97% |
| Skenario 9 | 25 | 44 | 15 | Rp 3.186.018 | 97% |
| Skenario 10 | 26 | 45 | 12 | Rp 3.235.744 | 98% |
| Skenario 11 | 27 | 46 | 18 | Rp 3.363.293 | 97% |
| Skenario 12 | 28 | 47 | 16 | Rp 3.454.959 | 97% |
| Skenario 13 | 29 | 48 | 27 | Rp 3.618.002 | 97% |
| Skenario 14 | 30 | 49 | 14 | Rp 3.586.010 | 97% |
| Skenario 15 | 31 | 50 | 22 | Rp 3.706.620 | 97% |
| Skenario 16 | 32 | 51 | 8 | Rp 3.721.377 | 97% |

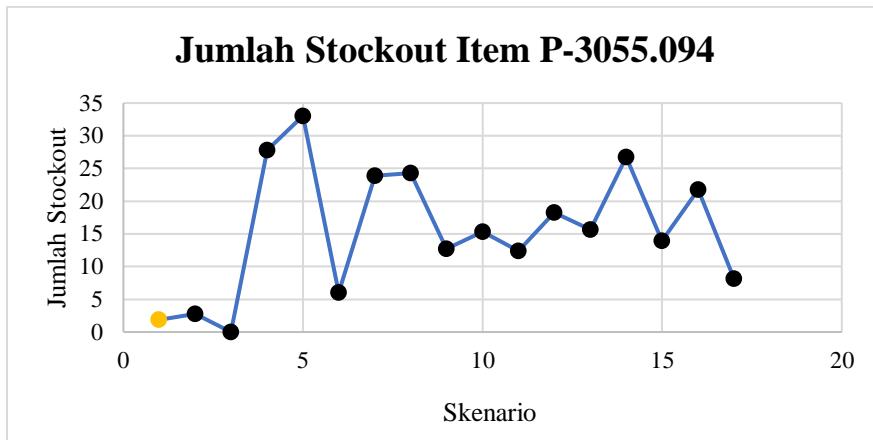
Keterangan



- Skenario awal
- Skenario terbaik ke-1
- Skenario terbaik ke-2
- Skenario terbaik ke-3

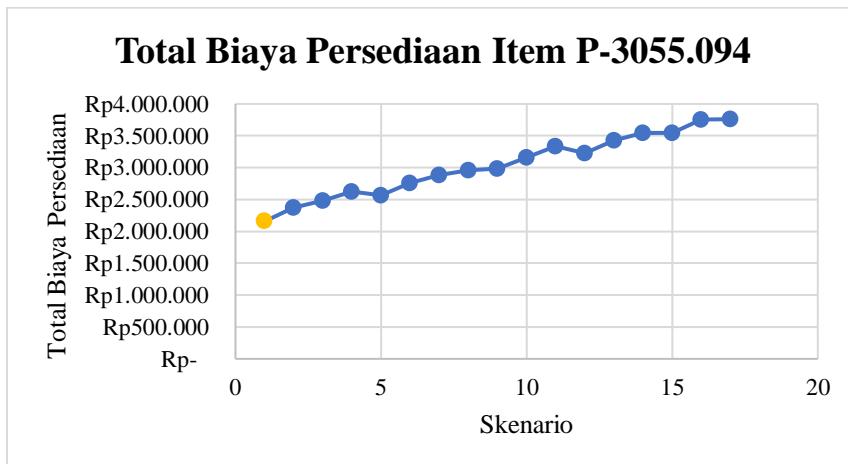
Berdasarkan tabel 4.41 didapatkan hasil skenario terbaik pertama hingga terbaik ketiga pada material P-3055.094. Skenario terbaik dipilih berdasarkan kriteria perusahaan yang lebih mempertimbangkan nilai *service level* dibandingkan total biaya persediaan dan jumlah *stockout*. Skenario terbaik pertama dengan nilai *reorder point*, dan maksimal persediaan masing-masing sebesar $s=18$, dan $S=37$, Kemudian *output* yang dihasilkan berupa nilai *service level* yang dicapai sebesar 100% dan total biaya persediaan Rp. 2.473.072, dengan jumlah *stockout* sebesar 0 *unit*.

Gambar 4.2 merupakan grafik jumlah *stockout* yang dihasilkan *item* P-3055.094 sesuai dengan skenario yang telah dibuat. Warna kuning pada masing-masing grafik menunjukkan skenario awal metode *periodic review (s,S) system*.



Gambar 4. 2 Jumlah Stockout (s,S) System Item P-3055.094

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan 16 skenario yang dibuat menunjukkan bahwa jumlah *stockout* mengalami perubahan yang cukup fluktuatif, terkadang bernilai konstan. Seperti yang terjadi pada skenario 3 dan 4 yang memiliki nilai *service level* yang sama yaitu 97% namun jumlah *stockout* berbeda tergantung dari perubahan nilai s dan S.



Gambar 4. 3 Total Biaya Persediaan (s,S) System Item P-3055.094

Berbeda halnya dengan jumlah *stockout*, hasil perhitungan ke-16 skenario pada total biaya persediaan cenderung mengalami peningkatan. Kondisi ini dapat dilihat pada gambar 4.3 bahwa total biaya persediaan untuk skenario 1 sebesar Rp.2.262.593 sedangkan total biaya persediaan pada skenario 2 sebesar Rp.2.473.072. Peningkatan total biaya persediaan ini terjadi pada ke-16 skenario

yang telah dirancang. Warna kuning pada grafik merupakan skenario awal berdasarkan perhitungan *continuous review* (s, S) system.

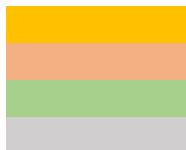
4.2.7.2 Skenario Kondisi Perbaikan Periodic Review (R, s, S) System

Proses perancangan skenario pada kondisi ini dengan cara mengubah parameter *input* yaitu *review interval* persediaan maksimal dan *reorder point* secara *incremental*. Parameter *input* diubah dengan cara men-generate nilai *reorder point* dan persediaan maksimal bertambah satu satuan. Sedikit ada perbedaan dalam mengubah nilai *review interval* dengan parameter *input* lainnya. Proses perubahan *review interval* dengan cara menambah dan mengurangi nilai *review interval* sebesar ± 1 satuan. Berikut merupakan skenario pada kondisi perbaikan *periodic review* (R, s, S) system masing-masing *consumable spare parts*.

Tabel 4. 42 Skenario Kondisi Perbaikan (R, s, S) system Spare Parts Item RT-3059.323

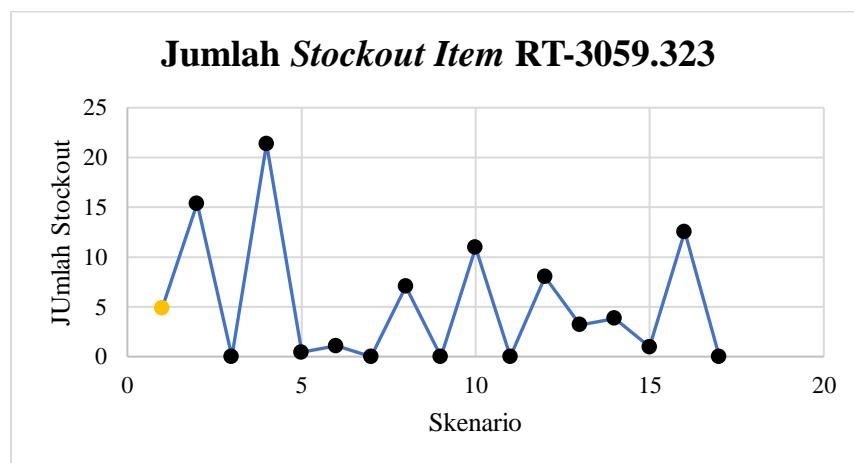
| Skenario | R | s | S | Stockout | Total Biaya Persediaan | Service Level |
|-----------------------|---|----|----|----------|------------------------|---------------|
| Kondisi (R, s, S) | 2 | 14 | 27 | 5 | Rp 1.536.253 | 99% |
| Skenario 1 | 3 | 15 | 28 | 15 | Rp 1.576.766 | 98% |
| Skenario 2 | 1 | 16 | 29 | 0 | Rp 1.824.030 | 100% |
| Skenario 3 | 3 | 17 | 30 | 21 | Rp 1.902.948 | 97% |
| Skenario 4 | 1 | 18 | 31 | 0 | Rp 2.038.801 | 100% |
| Skenario 5 | 3 | 19 | 32 | 1 | Rp 2.008.246 | 99% |
| Skenario 6 | 1 | 20 | 33 | 0 | Rp 2.200.454 | 100% |
| Skenario 7 | 3 | 21 | 34 | 7 | Rp 2.132.300 | 98% |
| Skenario 8 | 1 | 22 | 35 | 0 | Rp 2.872.544 | 100% |
| Skenario 9 | 3 | 23 | 36 | 11 | Rp 2.365.593 | 98% |
| Skenario 10 | 1 | 24 | 37 | 0 | Rp 2.564.507 | 100% |
| Skenario 11 | 3 | 25 | 38 | 8 | Rp 2.433.137 | 99% |
| Skenario 12 | 1 | 26 | 39 | 3 | Rp 2.726.817 | 99% |
| Skenario 13 | 3 | 27 | 40 | 4 | Rp 2.552.000 | 98% |
| Skenario 14 | 1 | 28 | 41 | 1 | Rp 2.860.074 | 100% |
| Skenario 15 | 3 | 29 | 42 | 13 | Rp 2.918.910 | 97% |
| Skenario 16 | 1 | 30 | 43 | 0 | Rp 3.102.211 | 100% |

Keterangan



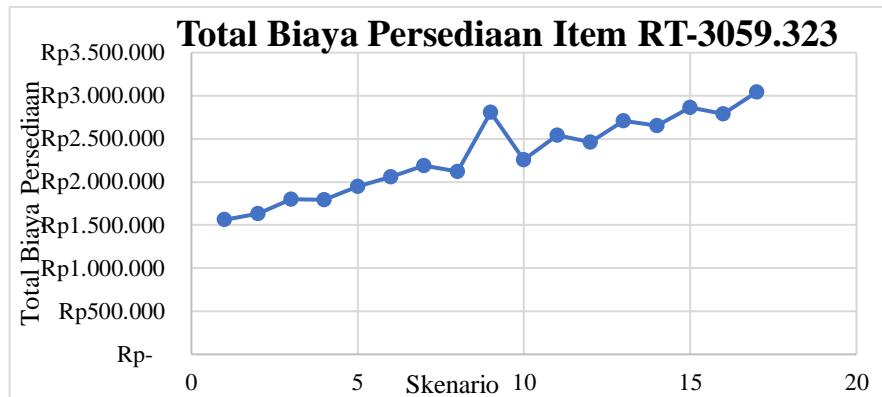
- Skenario awal
- Skenario terbaik ke-1
- Skenario terbaik ke-2
- Skenario terbaik ke-3

Berdasarkan tabel 4.42 didapatkan hasil skenario terbaik pertama hingga terbaik ketiga pada material RT-3059.323. Skenario terbaik dipilih berdasarkan kriteria perusahaan yang lebih mempertimbangkan nilai *service level* dibandingkan total biaya persediaan. Skenario terbaik pertama dengan nilai *reorder point*, *interval review* dan maksimal persediaan masing-masing sebesar $s=16$, $R=1$, dan $S=29$. Kemudian *output* yang dihasilkan berupa nilai *service level* yang dicapai sebesar 100% dan total biaya persediaan Rp. 1.824.030, dengan tidak memiliki jumlah *stockout*. Gambar 4.4 merupakan grafik jumlah *stockout* yang dihasilkan item RT-3059.323 sesuai dengan skenario yang telah dibuat. Warna kuning pada masing-masing grafik menunjukkan skenario awal metode *periodic review* (R,s,S) system.



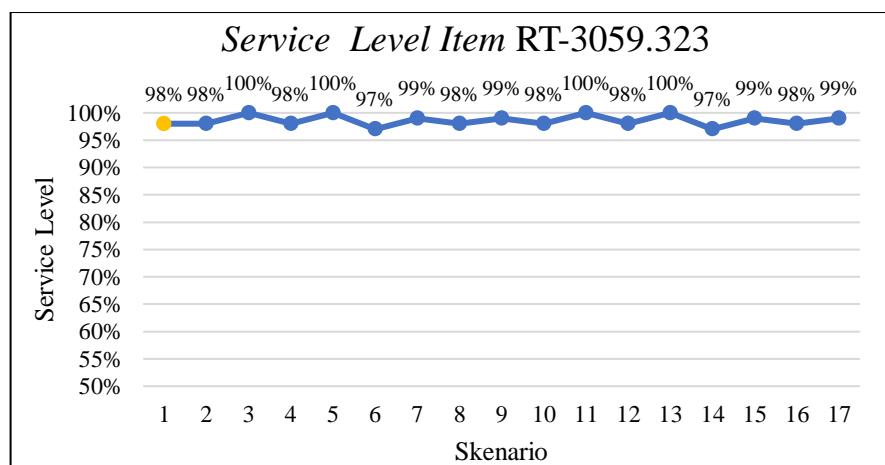
Gambar 4. 4 Jumlah Stockout (R,s,S) System Item RT-3059.323

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan 16 skenario yang dibuat menunjukkan bahwa jumlah *stockout* mengalami perubahan yang cukup fluktuatif, terkadang bernilai konstan. Seperti yang terjadi pada skenario 7 dan 9 yang memiliki nilai *service level* yang sama yaitu 98% namun jumlah *stockout* berbeda tergantung dari perubahan nilai R, s dan S.



Gambar 4. 5 Total Biaya Persediaan (R,s,S) System Item RT-3059.323

Berbeda halnya dengan jumlah *stockout*, hasil perhitungan ke-16 skenario pada total biaya persediaan cenderung mengalami peningkatan. Kondisi ini dapat dilihat pada gambar 4.5 bahwa total biaya persediaan untuk skenario 1 sebesar Rp.1.576.766 sedangkan total biaya persediaan pada skenario 2 sebesar Rp.1.824.030. Peningkatan total biaya persediaan ini terjadi pada ke-16 skenario yang telah dirancang.



Gambar 4. 6 Nilai Service Level (R,s,S) System Item RT-3059.323

Nilai *service level* yang dihasilkan dari ke-16 skenario yang dibuat bersifat fluktuatif, namun perbedaannya tidak terlalu jauh, masih berada dalam rentang 97%-100%. Warna kuning pada grafik merupakan skenario awal berdasarkan perhitungan *periodic review* (R,s,S) system.

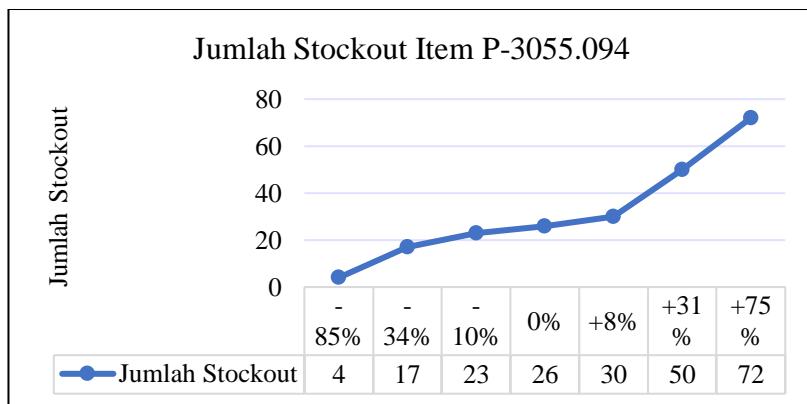
4.2.8 Pengujian Sensitivitas

Pada sub bab ini akan dilakukan proses uji sensitivitas dengan cara mengubah parameter yang bersifat sensitif. Dalam hal ini parameter yang diubah yaitu *demand* pada masing-masing *spare parts*. Tujuan dilakukan uji sensitivitas adalah untuk melihat pengaruhnya terhadap *output* yang dihasilkan dari proses simulasi. *Demand* akan diubah dengan cara mencari nilai perubahan *demand* yang sering terjadi. Cara ini dapat dilihat dari perubahan *demand* pada periode sebelum dan sesudahnya. Sehingga nilai perubahan *demand* pada masing-masing *consumable spare parts* berbeda, tergantung nilai perubahan *demand* yang sering muncul. Kemudian dari masing-masing nilai perubahan *demand* diambil 3 kondisi yang memiliki nilai perubahan kenaikan dan penurunan *demand* yang sering terjadi. Misalnya untuk *item* 3031.130 dengan penurunan tertinggi pertama sebesar -78%, ke-2 sebesar -38% dan ke-3 sebesar -12%. Sedangkan kenaikan tertinggi pertama sebesar +87%, ke-2 sebesar +43% dan kenaikan tertinggi ke-3 sebesar +18%. sehingga didapatkan nilai perubahan sebanyak tujuh kondisi. Uji sensitivitas ini dilakukan pada masing-masing kondisi perbaikan. Berdasarkan nilai perubahan *demand* pada *item* P-3055.09 bahwa nilai perubahan tersebut meliputi -85%, -34%, -10%, 0%, +8%, +31%, dan +75%.

Tabel 4.43 Uji Sensitivitas *Consumable Spare Parts Item* P-3055.094

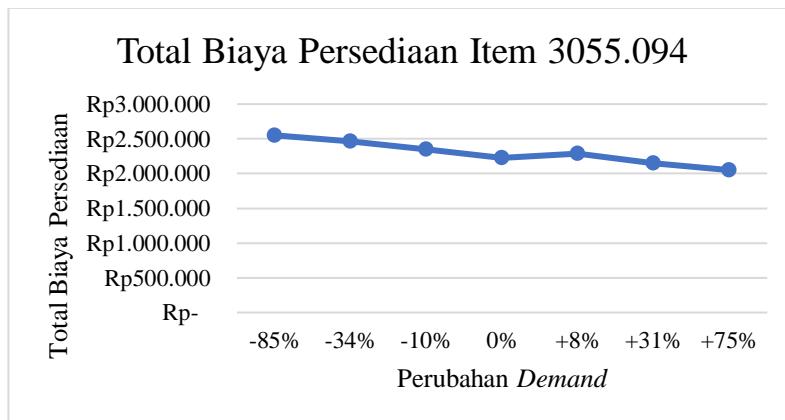
| Perubahan Demand | Jumlah Stockout | Total Biaya Persediaan | Service Level |
|------------------|-----------------|------------------------|---------------|
| -85% | 4 | Rp 2.574.732 | 97% |
| -34% | 17 | Rp 2.511.144 | 97% |
| -10% | 23 | Rp 2.380.594 | 97% |
| 0% | 26 | Rp 2.351.366 | 97% |
| +8% | 30 | Rp 2.308.876 | 97% |
| +31% | 50 | Rp 2.281.165 | 95% |
| +75% | 92 | Rp 2.345.630 | 94% |

Tabel 4.43 merupakan uji sensitivitas *consumable spare parts item* P-3055.094 dimana dalam tabel tersebut menunjukkan perubahan pada nilai *service level*, total biaya persediaan dan jumlah *stockout*. Adapun grafik perubahan *demand* terhadap nilai *service level*, total biaya persediaan, dan jumlah *stockout* dapat dilihat pada gambar berikut.



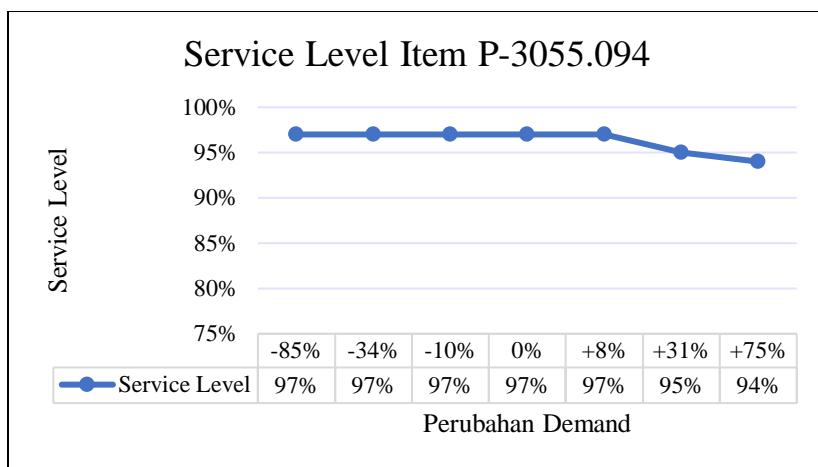
Gambar 4. 7 Grafik Sensitivitas *Demand* Terhadap *Stockout Item P-3055.094*

Semakin bertambah jumlah *demand* maka mengakibatkan akan semakin bertambah jumlah *stockout* yang dihasilkan. Berdasarkan gambar 4.7 diatas dapat dilihat ketika jumlah *demand* bertambah sebesar 31% maka mengakibatkan jumlah *stockout* semakin bertambah menjadi 50 *unit* yang semula 26 *unit*.



Gambar 4. 8 Grafik Sensitivitas *Demand* Terhadap Total Biaya Persediaan *Item P-3055.094*

Total biaya persediaan cenderung turun seiring dengan adanya perubahan *demand* yang terus meningkat. Dapat dilihat pada gambar 4.8 ketika tidak ada perubahan *demand* dengan kata lain perubahan *demand* 0% nilai total biaya persediaan yang dihasilkan sebesar Rp. 2.351.366. Sedangkan ketika *demand* berubah sebesar +31% nilai total biaya persediaan yang dihasilkan sebesar Rp.2.281.165, nilai ini lebih rendah dari kondisi sebelumnya.



Gambar 4. 9 Grafik Sensitivitas *Demand* Terhadap Nilai *Service Level* Item P-3055.094

Grafik perubahan *demand* terhadap *service level* mengalami penurunan di setiap penambahan *demand*, kondisi ini dapat dilihat pada gambar 4.9. Dapat dilihat ketika tidak ada perubahan *demand* dengan kata lain perubahan *demand* 0% nilai *service level* yang dihasilkan sebesar 97%. Apabila terdapat perubahan *demand* sebesar +31% nilai *service level* menurun 2%, sehingga *service level* berubah menjadi 95%

BAB 5

ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai analisis dan interpretasi data hasil penelitian yang dilakukan. Mulai dari analisis proses klasifikasi *consumable spare parts* menggunakan FMECA, strategi kebijakan pengendalian persediaan yang terpilih, parameter kebijakan pengendalian persediaan baik kondisi eksisting maupun kondisi perbaikan, analisis perancangan skenario pada kondisi perbaikan, dan analisis hasil uji sensitivitas.

5.1 Analisis Klasifikasi *Consumable Spare Parts*

Tujuan dilakukan proses klasifikasi *consumable spare parts* ini untuk mengetahui *spare parts* mana yang harus diprioritaskan dan dijaga ketersediaannya di gudang, sehingga dapat mengurangi risiko kekurangan persediaan ketika dibutuhkan. Tingkat kekritisan *consumable spare parts* itu sendiri dilihat dari fungsi penggunaan peralatan, bukan dari peralatan itu sendiri. Menurut Rooij, (1998) menyatakan bahwa permintaan *spare parts* kritis berasal dari kegagalan komponen yang dipasang pada peralatan vital, dan permintaan non-kritis dari komponen yang dipasang pada peralatan bantu. Dalam penentuan pengambilan keputusan dibutuhkan pihak-pihak yang *expert* di bidangnya. Sehingga pada penelitian ini proses klasifikasi *spare parts* menggunakan analisis *failure mode effect critical analysis* (FMECA). Dimana dalam melakukan proses klasifikasi *spare parts* mempertimbangkan nilai *criticality* masing-masing jenis mode kegagalan pada 9 mesin produksi. *Consumable spare parts* akan diklasifikasikan menjadi 3 kategori yaitu *critical*, *semi critical*, dan *non-critical spare parts*. Dengan metode ini tingkat kekritisan *spare parts* dilihat dari nilai *risk criticality index*, dimana rentang nilai 8-25 termasuk kedalam kategori *high risk (critical)*, 3-7 kategori *medium risk (semi critical)*, dan 1-2 termasuk *low risk (non-critical)*.

Sesuai penjelasan pada sub bab 3.3.1 bahwa proses penentuan *criticality consumable spare parts* mempertimbangkan waktu *breakdown* mesin dan *lead time* pemesanan *spare parts*. Hal ini dilakukan karena dari waktu *breakdown* mesin yang melebihi batas maksimal dapat teridentifikasi *spare parts* mana yang sering

menyebabkan terjadinya kegagalan. Kemudian dari kondisi tersebut dapat dilakukan proses identifikasi lainnya dengan melihat ketersediaan *spare parts* di gudang, hal inilah yang menjadi pertimbangan mengapa penulis memilih untuk mempertimbangkan *lead time* pemesanan. Berdasarkan hasil perhitungan *nilai criticality index* pada sub bab 4.2.2 *consumable spare parts* yang termasuk kategori *critical* antara lain item P-3055.094, BE-3055.071, M-3055.093, RG-3059.007, dan MG-3055.095. Artinya dari ke-5 jenis *spare parts* merupakan komponen penting serta ketersediaannya berpengaruh besar terhadap proses produksi. Jenis *spare parts* inilah perlu diprioritaskan oleh pihak pemeliharaan dan perencanaan produksi untuk menjaga nilai persediaan di gudang. Menurut argument Rooij, (1998) bahwa proses pemesanan dan pengambilan *spare parts* kritis harus menjaga posisi persediaan minimal di gudang.

Consumable spare parts yang masuk dalam kategori *semi critical* antara lain SP-3055.073, BE-3092.007, S.Bc-3031.192, RT-3059.323, dan SR-3033.431. Kategori ini ketersediaannya memiliki pengaruh yang tidak besar terhadap proses produksi, namun perlu dijaga ketersediaannya di gudang. Sedangkan untuk *consumable spare parts* yang masuk dalam kategori *non-critical* antara lain GB-3476.039, BH-3055.836, BC-3031.130, BP-3086.018, dan BT-3055.855. Jenis kategori ini kurang berpengaruh terhadap terjadinya kegagalan mesin dan peralatan, namun masih dibutuhkan untuk mesin dan peralatan bantu proses produksi. Dari ketiga kategori tersebut tentunya memiliki nilai *criticality index* yang berbeda-beda, ada nilai *criticality* yang kecil dan ada pula nilainya yang cukup besar. Dapat dilihat pada tabel 4.5 ketika *index criticality* (CA) bernilai besar maka *risk priority number* (RPN) cenderung meningkat, namun terkadang memiliki nilai yang sama. Hal ini dikarenakan antara nilai *index criticality* dengan *risk priority number* (RPN) berbanding lurus, sehingga ketika CA meningkat otomatis nilai RPN juga akan mengalami peningkatan. Selain itu nilai RPN besar tergantung pula pada skala *detection* yang didapatkan dari hasil kuesioner. Skala *detection* didapatkan dari hasil kuesioner yang menyatakan proses pengecekan *spare parts* yang rusak atau ketersediaan *spare parts* di gudang.

5.2 Analisis Strategi Kebijakan Pengendalian Persediaan yang Terpilih

Spare parts merupakan salah satu jenis material yang memiliki tingkat kekritisan yang tinggi bagi beberapa perusahaan. Pola permintaan *spare parts* yang tidak dapat diprediksi menyebabkan proses pengendalian persediaannya sangat sulit untuk dikontrol. Oleh karena itu dibutuhkan strategi pengendalian persediaan *spare parts* yang tepat agar tidak terjadi kekurangan persediaan. Masing-masing *spare parts* memiliki pola permintaan yang berbeda-beda tergantung kebutuhan perusahaan khususnya pada *consumable spare parts*. Sesuai yang dijelaskan pada sub bab 5.1 bahwa proses klasifikasi yang dilakukan pada penelitian ini bertujuan untuk mempermudah dalam mengontrol persediaan *consumable spare parts* sesuai dengan tingkat kebutuhannya.

Penentuan strategi kebijakan pengendalian persediaan dalam penelitian ini berdasarkan analisis *average demand interval* (ADI) dan *coefficient of variation* (CV^2). Dikarenakan dalam metode ini mempertimbangkan pola permintaan *consumable spare parts*, nilai rata-rata dua permintaan dan standar deviasi dari permintaan selama periode yang diinginkan. Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan pada sub bab 4.2.3 bahwa *consumable spare parts* dengan kategori *critical* rata-rata nilai ADI ≤ 1.32 dan $CV^2 \geq 0.49$, sehingga dikategorikan sebagai pola permintaan *erratic*. Di mana pola permintaan ini tidak teratur dengan memiliki tingkat variansi ukuran permintaan dan periode yang tinggi. Sedangkan untuk *consumable spare parts* yang masuk dalam *semi* dan *non critical* rata-rata nilai ADI dan CV^2 berada dalam rentang ADI ≥ 1.32 dan $CV^2 \geq 0.49$.

Hasil perhitungan tersebut diperkuat dengan adanya argument dari Vincent, (1985) menyatakan bahwa pola permintaan *erratic* strategi kebijakan yang tepat digunakan ialah *continuous review* (s,S) dengan nilai ADI ≤ 1.32 dan $CV \geq 0.49$. Sedangkan pola permintaan *lumpy* strategi yang tepat digunakan ialah *periodic review* (R,s,S) dengan nilai ADI ≥ 1.32 dan $CV^2 \geq 0.49$. Selain itu Rooij (1998) menyatakan bahwa *spare parts* yang masuk dalam kategori *critical* strategi pengendalian persediaan yang cocok digunakan ialah *continuous review*. Metode pemilihan strategi pengendalian persediaan ini diharapkan mampu untuk mengoptimalkan biaya persediaan dan mampu untuk menaikkan nilai *service level* yang ditargetkan oleh perusahaan.

5.3 Analisis Kebijakan Pengendalian Persediaan Kondisi Eksisting

Pada kondisi eksisting strategi pengendalian persediaan yang digunakan oleh PT.Y adalah menerapkan sistem minimal dan maksimal persediaan. Namun PT.Y belum melakukan perhitungan batas minimal dan maksimal secara benar. Proses pemesanan dilakukan berdasarkan data historis periode sebelumnya dan terkadang pembelian dilakukan ketika ada permintaan dari *user*. Dalam kondisi kenyataannya seringkali ketika *consumable spare parts* sudah berada pada batas minimal persediaan tidak dilakukan pemesanan. Sehingga berpotensi untuk terjadi *stockout* apabila secara tiba-tiba terdapat permintaan dari *user*. Kondisi ini diperparah dengan adanya ketidak singkronan data *stock actual* yang ada di gudang dengan *stock* yang ada di sistem. Dikarenakan saat pengambilan *spare parts* di gudang oleh *user*, tidak ada proses pencatatan pengambilan barang tersebut. PT.Y juga belum melakukan proses klasifikasi *spare parts* berdasarkan tingkat kekritisannya, pihak perusahaan menyamaratakan semua jenis *spare parts* yang ada. Selain itu perusahaan belum melakukan penjadwalan rutin untuk proses penggantian *spare parts* saat musim giling. Kondisi inilah yang mengakibatkan sulitnya penentuan kuantitas persediaan yang optimal dan menyebabkan *waktu breakdown* melebihi batas maksimal yang ditetapkan.

Pada penelitian ini dilakukan simulasi pengendalian persediaan sesuai dengan pola permintaan masing-masing *consumable spare parts*. Simulasi pada kondisi eksisting dilakukan berdasarkan parameter persediaan yang digunakan oleh perusahaan saat ini. Dengan melihat pola permintaan dari masing-masing *consumable spare parts* yang terpilih dan memperhatikan batas minimal, maksimal persediaan yang ditetapkan oleh PT.Y. Sehingga dalam skema simulasi dilakukan *fitting distribusi* pola permintaan berdasarkan data historis. *Fitting distribusi* permintaan dilakukan menggunakan bantuan *software @risk*. Kemudian dilakukan simulasi berdasarkan skema simulasi yang sudah dirancang seperti yang ditunjukkan pada sub bab 4.2.6.1. Dari hasil *running* simulasi *spare parts* P-3055.094 selama 100 replikasi didapatkan total biaya persediaan yang dihasilkan sebesar Rp 979,078 dengan rata-rata nilai *service level* yang dihasilkan sebesar 65%. Jumlah *stockout* yang dihasilkan nilainya tergolong cukup besar. Hal ini

disebabkan karena PT.Y tidak mampu untuk memenuhi permintaan dari *user*, karena kehabisan persediaan *spare parts* di gudang. Jumlah *stockout* yang meningkat menyebabkan nilai *service level* yang dicapai tidak sesuai dengan target perusahaan. Sebab jumlah *stockout* berkaitan erat dengan nilai *service level*, semakin tinggi nilai *service level* yang dicapai maka semakin rendah jumlah *stockout* yang dihasilkan. Kondisi ini lah yang menyebabkan performansi perusahaan berkurang, sehingga PT.Y tidak dapat memaksimalkan jumlah profit yang didapat. Berbeda halnya dengan total biaya persediaan yang cenderung nilainya lebih kecil apabila nilai *service level* kecil. Hal ini disebabkan karena tidak banyak *spare parts* yang disimpan di gudang, namun konsekuensi yang didapatkan adalah jumlah *stockout* semakin meningkat. Apabila jumlah *stockout* pada *spare parts* dibiarkan terus meningkat selain mengurangi jumlah *profit* yang didapatkan juga mempengaruhi target produksi tidak tercapai, sehingga menimbulkan migrasi konsumen untuk membeli produk ke kompetitor.

Antara *critical*, *semi critical*, dan *non critical* diambil masing-masing satu contoh *spare parts* yang memiliki nilai standar deviasi hampir sama. Kategori *critical spare part* yang diambil ialah *item BE-3055.071* dengan nilai standar deviasi permintaan sebesar 2.707, kategori *semi critical item* yang terpilih ialah *SR-3033.431* dengan nilai standar deviasi permintaan sebesar 2.743, dan *non critical spare part item* *GB-3476.039* dengan nilai standar deviasi permintaan sebesar 2.813. *Spare parts* masing-masing kategori yang memiliki standar deviasi permintaan yang relatif sama, nilai *service level* hasil simulasi bervariasi. Kondisi ini disebabkan oleh jumlah permintaan dan *stockout* setiap kategori berbeda-beda tergantung dari jumlah *demand*. Semakin besar jumlah *demand* mempengaruhi jumlah *stockout* yang relatif lebih besar, namun kondisi ini dapat diantisipasi dengan penentuan jumlah persediaan yang optimal.

5.4 Analisis Kebijakan Pengendalian Persediaan Kondisi Perbaikan

Manajemen persediaan merupakan salah satu keilmuan yang sangat penting bagi keberlangsungan sebuah perusahaan. Terdapat banyak metode yang dapat diimplementasikan oleh perusahaan. Beberapa diantar metode pengendalian persediaan yaitu metode *continuous review* (*s,S*) *system*, dan *periodic review*

(R,s,S) system dengan pendekatan simulasi *monte carlo*. Pemilihan kedua metode pada penelitian Tugas Akhir ini dikarenakan kedua metode mampu untuk menjaga ketersediaan *spare parts* di gudang serta mampu untuk mencapai nilai *service level* yang diinginkan PT.Y.

Masing-masing *consumable spare parts* memiliki nilai parameter yang berbeda-beda tergantung *average demand* dan jumlah *lead time* pemesanan dalam satu periode pesan. Sesuai perhitungan parameter persediaan kondisi perbaikan yang dilakukan pada sub bab 4.2.5, metode *continuous review* (s,S) kategori *critical*, dan *non critical* dipilih masing-masing satu contoh *spare parts* yang memiliki nilai standar deviasi hampir sama dengan *lead time* pemesanan sebesar 1 bulan. Kategori *critical spare part* yang diambil adalah *item* P-3055.094 dengan nilai standar deviasi permintaan sebesar 2.386, dan *non critical spare part item* BH-3055.836 dengan nilai standar deviasi permintaan sebesar 2.204. *Output* parameter persediaan berupa *reorder point* dan maksimal persediaan *item* P-3055.073 masing-masing sebesar $s=16\text{ unit}$, dan $S=35\text{ unit}$. Sedangkan untuk *item* BH-3055.836 *output* parameter persediaan masing-masing sebesar $s=5\text{ unit}$ dan $S=46\text{ unit}$. Dapat dilihat nilai *reorder point* pada kategori *critical* lebih mendekati batas maksimal persediaan, sedangkan *non critical* nilainya lebih menjauhi batas maksimal persediaan. Hal ini dikarenakan *spare parts* yang masuk dalam kategori *critical* lebih dibutuhkan pada mesin yang sifatnya vital dibandingkan *spare parts* yang *non critical*. Selain itu *item critical* ketersedian di gudang nilainya perlu dijaga agar tidak terjadi kekurangan persediaan. Kemudian kedua kategori tersebut memiliki nilai batas minimal persediaan yang cukup jauh berbeda sekitar $\pm 11\text{ unit}$, dikarenakan perbedaan standar deviasi permintaan pada dua kategori tersebut cukup tinggi sebesar ± 0.182 . Dalam kondisi ini standar deviasi permintaan juga mempengaruhi jumlah minimal persediaan di gudang.

Berdasarkan perhitungan parameter persediaan dengan strategi *periodic review* klasifikasi *spare parts* yang diambil yaitu *semi critical* dan *non critical*. Di mana masing-masing memiliki nilai standar deviasi permintaan yang relatif sama dengan *lead time* pemesanan selama 1 bulan. Jenis *spare parts* pada kategori *semi critical* yaitu *item* RT-3059.323 dengan nilai standar deviasi permintaan sebesar 2.784, sedangkan untuk *non critical spare parts* yang diambil yaitu *item* GB-

3476.039 dengan nilai standar deviasi permintaan sebesar 2.813. *Output* parameter persediaan *interval review*, *reorder point* dan maksimal persediaan *item* RT-3059.323 masing-masing sebesar $R=2$ bulan, $s=14$ unit, dan $S=27$ unit. Sedangkan untuk *item* GB-3476.039 *output* parameter persediaan *interval review*, *reorder point*, maksimal persediaan masing-masing sebesar $R=2$ bulan, $s=17$ unit, dan $S=25$ unit. Dapat dilihat nilai *reorder point* kategori *semi critical* dan *non critical*, keduanya mendekati batas maksimal persediaan. Dikarenakan *spare parts* antara *semi critical* dan *non critical* kurang berpengaruh terhadap proses produksi, namun masih dibutuhkan pada mesin-mesin yang sifatnya penunjang proses produksi. Dari hasil yang didapatkan besarnya nilai *interval review* menyebabkan nilai *reorder point* (s) semakin mendekati nilai maksimal persediaan (S). Sebab dalam mencari nilai *reorder point* dan maksimal persediaan salah satu faktor yang mempengaruhi adalah nilai *interval review*.

Dari hasil perhitungan parameter persediaan dengan menggunakan dua metode yang terpilih, kemudian dibuat skema simulasi kondisi perbaikan. Pada *spare parts item* P-3055.094 parameter *output* simulasi menggunakan metode *continuous review*, menghasilkan nilai rata-rata total biaya persediaan tiap periode sebesar Rp.2,203,394 dengan rata-rata *service level* yang dicapai sebesar 98%. Total biaya persediaan pada kondisi perbaikan lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi eksisting, dikarenakan pada metode ini sering dilakukan proses pemesanan akibat dari adanya batas nilai persediaan maksimal dan minimal. Batas minimal dan maksimal persediaan dapat mereduksi jumlah *stockout* yang terjadi, sehingga nilai *service level* akan meningkat sebesar 33%. Adapun *spare parts item* RT-3059.323 parameter *output* simulasi menggunakan metode *periodic review*, menghasilkan nilai rata-rata total biaya persediaan tiap periode sebesar Rp. 1,625,717 dengan rata-rata *service level* yang dicapai sebesar 98%. Pada kondisi ini mampu menurunkan jumlah *stockout* yang menjadi 0 unit, sehingga dapat menaikkan nilai *service level* hingga 18%. Terkadang nilai *service level* yang dihasilkan memiliki nilai yang sama, meskipun jumlah *stockout* berbeda-beda. Hal ini disebabkan karena terdapat peningkatan nilai batas minimal dan maksimal persediaan.

Secara umum hasil simulasi menggunakan metode *continuous review* untuk seluruh *item* baik *critical* maupun *non critical* memiliki total biaya persediaan yang

lebih tinggi dibandingkan *periodic review*. Karena metode *continuous review* memiliki minimal persediaan yang menjauhi batas maksimal persediaannya, dibandingkan dengan metode *periodic review*. Selain itu proses *review* pada metode *continuous review* dilakukan setiap saat, sehingga perusahaan akan sering melakukan proses pesan, hal ini menyebabkan biaya pesan akan semakin meningkat. Sedangkan untuk metode *periodic review* proses *review* persediaan dilakukan sesuai dengan *interval review* yang telah ditetapkan.

5.5 Analisis Perancangan Skenario pada Kondisi Perbaikan

Perancangan skenario dibuat bertujuan untuk mengoptimalkan proses pengendalian persediaan dengan peningkatan nilai *service level*. Adapun perancangan skenario dilakukan pada seluruh *item consumable spare parts* yang terpilih. Pada penelitian Tugas Akhir ini skenario yang dibuat masing-masing sebanyak 16 skenario, kemudian diambil 3 skenario terbaik. Perancangan skenario berdasarkan *output* parameter persediaan metode *continuous review* (s, S) *system* dan *periodic review* (R, s, S) *system*. Proses perancangan skenario yang dibuat dengan mengubah satu satuan masing-masing parameter *output* secara *incremental*. Adapun skenario yang dirancang pada metode *continuous review* berupa mengubah nilai persediaan minimal (s) dan maksimal (S). Sedangkan pada metode *periodic review* (R, s, S) *system* yang diubah adalah nilai *interval review* (R), persediaan minimal (s) dan maksimal (S). Namun perubahan nilai *interval review* sedikit berbeda dengan parameter lainnya. Perubahan *interval review* dilakukan dengan cara mengubah nilainya sebesar ± 1 dari batas *interval review* yang ditetapkan. Pemilihan skenario terbaik dilihat perbandingan nilai *service level* dan total *cost*. Karena perusahaan lebih mementingkan nilai *service level* dibanding total biaya persediaan, maka jumlah *stockout* juga sangat dipertimbangkan dalam pemilihan skenario terbaik.

Adapun skenario kondisi awal pada *item* P-3055.094, rata-rata total biaya persediaan per periode sebesar Rp. 979,078, dengan nilai *service level* yang dicapai sebesar 65%. Hasil perbaikan dengan pendekatan *continuous review* mampu untuk mengurangi jumlah *stockout* hingga 0 *unit*, dengan kenaikan nilai *service level* hingga 95%. Namun terdapat konsekuensi ketika memilih kebijakan menaikkan

nilai *service level* yaitu rata-rata total biaya persediaan dalam satu periode akan semakin meningkat. Kondisi ini dikarenakan jumlah persediaan yang disimpan relatif lebih besar sesuai dengan batas minimal dan maksimal persediaan. Selain itu ketika perusahaan memilih skenario terbaik pertama untuk item P-3055.094 yang mencapai nilai *service level* 100% perusahaan dapat memaksimalkan target tebu yang digiling hingga 35% dari kondisi eksisting.

Ke-16 skenario yang dibuat menunjukkan bahwa jumlah *stockout* mengalami perubahan yang cukup fluktuatif, terkadang bernilai konstan. Hal ini dikarenakan jumlah permintaan *consumable spare parts* setiap periode berbeda-beda tergantung kebutuhan dari *user*. Selain itu antara nilai *service level* dengan jumlah *stockout* berbanding terbalik, ketika jumlah *stockout* semakin menurun maka nilai *service level* akan semakin meningkat begitu juga sebaliknya. Kemudian hasil perhitungan ke-16 skenario pada total biaya persediaan cenderung mengalami peningkatan. Kondisi ini disebabkan karena perancangan skenario yang dibuat berdasarkan peningkatan jumlah persediaan maksimal dan *reorder point*, sehingga jumlah persediaan yang disimpan juga semakin banyak. Kondisi inilah yang menyebabkan total biaya persediaan cenderung mengalami peningkatan. Sedangkan nilai *service level* yang dihasilkan dari ke-16 skenario yang dibuat bersifat fluktuatif, namun perbedaannya tidak terlalu jauh, masih berada dalam rentang 97%-100%.

5.6 Analisis Pengujian Sensitivitas

Uji sensitivitas merupakan proses analisis yang bertujuan untuk mengetahui akibat dari perubahan parameter-parameter yang mengandung ketidakpastian. Pada penelitian Tugas Akhir ini yang mengandung ketidakpastian adalah *demand consumable spare parts*. *Demand* diubah berdasarkan kenaikan dan penurunan *demand* yang sering terjadi, sehingga masing-masing *consumable spare parts* memiliki perubahan kenaikan dan penurunan *demand* yang berbeda. Dengan adanya perubahan jumlah *demand* akan berpengaruh terhadap rata-rata total biaya persediaan, jumlah *stockout* dan ketercapaian nilai *service level* dalam satu periode.

Berdasarkan nilai perubahan *demand* pada item P-3055.094 bahwa nilai perubahan *demand* yang sering terjadi meliputi -85%, -34%, -10%, 0%, +8%,

+31%, dan +75%. Perubahan yang terjadi dapat menaikkan atau menurunkan jumlah permintaan. Penambahan jumlah *demand* akan berpengaruh terhadap jumlah *stockout* yang semakin meningkat. Hal ini dikarenakan, antar jumlah *demand* dengan jumlah *stockout* berbanding terbalik, semakin besar perubahan *demand* yang terjadi maka jumlah *stockout* akan semakin meningkat dan begitu sebaliknya. Kemudian perubahan jumlah *stockout* juga berpengaruh terhadap ketercapaian nilai *service level*, karena pada dasarnya antara dua nilai berbanding terbalik. Semakin besar jumlah *stockout* yang terjadi, maka semakin kecil nilai *service level* yang dihasilkan. Perubahan *demand* juga berpengaruh terhadap ketercapaian *nilai service level*, semakin besar nilai perubahan *demand* yang terjadi, maka semakin menurun nilai *service level* yang dicapai, akibat jumlah *stockout* yang semakin meningkat. Namun perubahan nilai *service level* yang terjadi pada 7 kondisi perubahan *demand* nilainya tidak terlalu signifikan berkisar antara 1%-3% saja, bahkan nilai *service level* yang dihasilkan sama. Selain itu perubahan *demand* juga berpengaruh terhadap total biaya persediaan. Berbeda dengan ketercapaian jumlah *stockout*, perubahan *demand* yang semakin meningkat menyebabkan total biaya persediaan yang dihasilkan semakin menurun. Karena antara jumlah *stockout* dengan total biaya persediaan berbanding terbalik.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini menjelaskan mengenai kesimpulan dari hasil penggerjaan penelitian Tugas Akhir yang dilakukan, serta saran bagi penelitian berikutnya.

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian Tugas Akhir yang dilakukan pada PT.Y, didapatkan kesimpulan yang menjawab dari tujuan penelitian adalah sebagai berikut.

1. Dari hasil penelitian Tugas Akhir ini pihak *manager inventory* PT.Y dapat terbantuan untuk melakukan klasifikasi *consumable spare parts* yang kritis dengan mempertimbangkan tingkat risikonya. Klasifikasi *consumable spare part* yang digunakan adalah metode analisis FMECA. Dimana metode ini merupakan pengembangan dari metode FMEA, dengan mempertimbangkan analisis *criticality* (CA). Proses analisis FMEC yang dilakukan berdasarkan *lead time*, dan waktu terjadinya kegagalan (*down time*). Nilai *criticality* didapatkan dari perhitungan hasil kuesioner antara nilai efek potensi kegagalan dengan nilai *severity as criticality*. Berdasarkan hasil perhitungan *index criticality* (CA) pada *consumable spare parts* dari 47 *item* didapatkan 12 *item consumable spare parts* yang dikategorikan sebagai *critical*, 20 *item* termasuk dalam *semi critical*, dan 13 *item* masuk dalam kategori *non critical*. Kemudian masing-masing kategori dipilih 5 *item consumable spare part* yang kemudian digunakan sebagai perhitungan pada penelitian Tugas Akhir ini.
2. Pemilihan metode kebijakan pengendalian persediaan *consumable spare part* dilakukan dengan analisis ADI-CV². Dimana pada metode ini penulis dapat mengetahui pola permintaan pada masing-masing *consumable spare parts*, kemudian didapatkan strategi pengendalian persediaan yang tepat berdasarkan pola permintaan yang didapatkan. Metode ini mengakomodir nilai standar deviasi permintaan dan interval rata-rata dua permintaan. Berdasarkan hasil perhitungan ADI-CV² didapatkan pola permintaan pada *consumable spare parts* terdapat 10 *item* termasuk kategori *erratic demand*,

dan 5 item termasuk kategori *lumpy demand*. Kebijakan terbaik untuk pola permintaan *erratic* yaitu *continuous review* (s,S) system, sebab metode ini lebih responsif terhadap *item critical*. Sedangkan kategori dengan pola permintaan *lumpy* kebijakan terbaik yaitu *periodic review* (R,s,S) system, karena metode ini dapat meningkatkan nilai *service level* untuk *item-item* yang sifatnya *lumpy*. Dalam penentuan kebijakan pengendalian persediaan PT.Y dapat menggunakan kedua strategi yang diusulkan dengan mempertimbangkan jenis klasifikasi *consumable spare parts* yang telah dibuat.

3. Dari hasil penelitian Tugas Akhir ini dalam proses pengendalian persediaan *manager inventory* di PT.Y terbantukan untuk menaikkan nilai *service level* dengan menerapkan metode *continuous review* khususnya untuk *critical spare parts* dan *periodic review* untuk *semi* dan *non critical spare parts*. Dari masing-masing metode tentunya Berdasarkan hasil perhitungan parameter persediaan kondisi perbaikan antara *continuous review* dan *periodic review* memiliki nilai parameter persediaan yang berbeda-beda. Seperti pada kategori *critical spare parts* item P-3055.073 *output* parameter persediaan berupa *reorder point* dan maksimal masing-masing sebesar $s=4$ unit, dan $S=10$ unit. dengan nilai standar deviasi permintaan sebesar 2.386, dan *non-critical spare parts* item BH-3055.836 dengan nilai standar deviasi permintaan sebesar 2.204. Sedangkan untuk item BH-3055.836 *output* parameter persediaan masing-masing sebesar $s=5$ unit dan $S=46$ unit. Dapat dilihat nilai *reorder point* pada kategori *critical* lebih mendekati batas maksimal persediaan, sedangkan *non-critical* nilainya lebih menjauhi batas maksimal persediaan.
4. Berdasarkan hasil diskusi dengan pihak manajer Pabrikasi dan *Inventory* PT.Y lebih mementingkan ketercapaian nilai *service level* dibandingkan total biaya persediaan. Dikarenakan nilai *service level* yang dicapai berkaitan erat dengan jalannya mesin-mesin produksi saat musim giling. Semakin rendah nilai *service level* yang dicapai, maka semakin banyak jumlah *stockout consumable spare parts*. Jika kondisi ini dibiarkan terus menerus mesin produksi sering mengalami *breakdown* dan menyebabkan target produksi

PT.Y tidak sesuai target yang diinginkan. Pada penelitian Tugas Akhir ini perhitungan simulasi kedua strategi pengendalian persediaan metode perbaikan, didapatkan bahwa strategi *continuous review* (s,S) dapat meningkatkan nilai *service level* pada kondisi eksisting. Seperti pada *spare parts* kategori *critical item* P-3055.094 kondisi *continuous review* (s,S) *system* nilai *service level* mengalami peningkatan sebesar 36% dari kondisi eksisting, yang semula hanya sebesar 62% menjadi 98%. Peningkatan nilai *service level* yang dicapai tentunya menyebabkan total biaya persediaan juga akan semakin meningkat. Peningkatan total biaya persediaan sebesar 55.5% yang awalnya dengan kondisi eksisting total biaya persediaan yang dikeluarkan oleh PT.Y sebesar Rp.979,078 menjadi Rp.2,203,394 per periode. Nilai perubahan total biaya persediaan cukup signifikan antara kondisi eksisting dengan kondisi perbaikan, hal ini disebabkan karena jumlah persediaan yang disimpan pada kondisi *continuous review* lebih banyak dibandingkan kondisi eksisting. Disamping jumlah persediaan yang disimpan lebih banyak, maka peluang terjadinya *stockout* semakin berkurang. Begitu pula untuk strategi *periodic review* (R,s,S) *system* pada *item* RT-3059.323 nilai *service level* yang didapatkan mengalami peningkatan sebesar 18% dibandingkan kondisi eksisting. Selain itu ketika perusahaan memilih skenario terbaik pertama untuk item P-3055.094 yang mencapai nilai *service level* 100% perusahaan dapat memaksimalkan target tebu yang digiling hingga 35% dari kondisi eksisting.

5. Uji sensitivitas yang dilakukan untuk melihat variabel yang sifatnya sensitif, dalam hal ini variabel yang diduga sensitif yaitu variable *demand*. *Demand* akan diubah sesuai dengan peningkatan dan penurunan yang sering terjadi pada masing-masing *consumable spare parts*. Dari hasil perhitungan bahwa variabel *demand* terbukti sensitif hal ini dapat dibuktikan dengan semakin besar penambahan jumlah *demand* akan berpengaruh terhadap jumlah *stockout* yang semakin meningkat. Hal ini dikarenakan, antar jumlah *demand* dengan jumlah *stockout* berbanding terbalik, semakin besar perubahan *demand* yang terjadi maka jumlah *stockout* akan semakin meningkat dan begitu sebaliknya. Kemudian perubahan jumlah *stockout* juga berpengaruh

terhadap ketercapaian nilai *service level*, karena pada dasarnya antar kedua nilai berbanding terbalik. Semakin besar jumlah *stockout* yang terjadi, maka semakin kecil nilai *service level* yang dihasilkan. Perubahan *demand* juga berpengaruh terhadap ketercapaian *nilai service level*, semakin besar nilai perubahan *demand* yang terjadi, maka semakin menurun nilai *service level* yang dicapai, akibat jumlah *stockout* yang semakin meningkat.

6.2 Saran

Adapun saran yang diberikan pada penelitian Tugas Akhir ini untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Dapat mempertimbangkan jenis *consumable spare parts* yang digunakan pada saat kondisi *overhaul*
2. Mempertimbangkan perbedaan *lead time* pemesanan dari masing-masing *consumable spare parts*.
3. Jenis mesin pada perhitungan tingkat *criticality* tidak diasumsikan sama rata setiap periodenya.
4. Mengembangkan model perhitungan dengan mempertimbangkan harga per *unit* material berdasarkan ukuran lot pemesanan masing-masing *spare part*

DAFTAR PUSTAKA

- Arnold, J. T., Chapman, S. N., & Clive, L. M. (2008). *Introduction to Material Management Sixth Edition* (6th ed.). (V. R. Anthony, E. Krassow, & N. Kesterson, Eds.) New Jersey Columbus, Ohio: Prentice Hall.
- Ballou, R. H. (2004). *Business Logistics/Supply Chain Management* (5th ed.). (J. Shelstad, W. Craven, & M. Pellerano, Eds.) United States: Pearson Education International: Prentice Hall.
- Boukhtouta, A., & Jentsch, P. (2018). Support Vector Machine for Demand Forecasting of Canadian Armed Forces Spare Parts. *International Symposium on Computational and Business Intelligence*, 59-64.
- Budiningsih, E., & Jauhari, W. A. (2017). Analisis Pengendalian Persediaan Spare Part Mesin Produksi PT. Prima Sejati Sejahtera dengan Metode *Continuous Review. Performa*, 152-160.
- Charles, A. H. (2002). Forecasting for The Ordering and Stock Holding of Consumable Spare Parts. *Department of Management Science*.
- Eunike, A., Setyono, N. W., Yuniarti, R., Hamdala, I., Lukodono, R. P., & Fanani, A. A. (2018). *Perencanaan Produksi dan Pengendalian Persediaan*. Malang: UB Press.
- Farah, H. (2019). Pengendalian Persediaan Spare Part Mesin Pada Industri Velg Kendaraan. *Teknik Industri*, 5-8.
- Fengyu, W., & Laura, X. (2015). Evaluation and Selection of Periodic Inventory Review Policy for Irregular Demand: A Case Study. *IEE*.
- Fitriadi, H. (2001). Tren dan Prospek Konsumsi Gula Di Indonesia. *Ekonomi dan Keuangan Indonesia*, 314.
- Jovanoski, B., Minovski, R., Voessner, S., & Lichtenegger, G. (2012). Combining system dynamics and discrete event simulations - Overview of hybrid simulation models. 3-4.
- Kurniyah, W., Rusdiansyah, A., & Arvitrida, N. I. (2010). Analisis Pemilihan Metode Pengendalian Persediaan Material Consumable Pesawat B737 Berdasarkan Klasifikasi Material (Studi Kasus DI PT. GMF AERO ASIA).

- Lazrak, A., Bruno, C., David, L., Robret, H., & Crille, T. (2014). Integration Approaches of Forecasting Methods Selection With Inventory Management Indicators in The Case of Spare Parts Supply Chain. *IEEE*.
- Micah , L. K., Muchiri , P. N., & Keraita , J. N. (2018, June). Development Of Risk Based Approach To Spare Part Inventory Management For Sugar Factories: A Case Study Of Chemelil Sugar Company. *IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN)*, 8, 41-54. Retrieved 04 05, 2020
- Muravjovs, A. (2015). Inventory control system analysis using different simulation modelling paradigms.
- Nurul, I. (2017). Kebijakan Pengendalian Persediaan Bahan Baku Obat Nyamuk Bakar Berupa Tepung Dan Material Packaging. *Teknik Industri*, 3.
- Pujawan, N. (2010). *Supply Chain Management*. Surabaya: Guna Widya.
- Reorink, M. (2019). Liability Reduction Through Demand Forecasting Improvement. 34-36.
- Silver, E. A., Pyke, D. F., & Thomas, D. J. (2017). *Inventory and Production Management in Supply Chains*. US: CRC Press.
- Smith, S. B. (1989). *Computer Based Production and Inventory Control*. United States of America: Prentice-Hall, Inc.
- Solahuddin, A. (2018). Analisa Pengendalian Persediaan Untuk Meminimalisasi Biaya Pada Kemasan Botol 70 ML 8 Gram Di PT. Milko Beverage Industry Bogor. *Visionida*, 55.
- Solis, A. O. (2015). Better Statistical Forecast Accuracy Does Not Always Lead To Better Inventory Control Efficiency: The Case of Lumpy Demand. *14th International Conference on Modeling and Applied Simulation, MAS 2015*. Ontario, Canada: York University.
- Squair, M. (2015, October). Sistem Safety Failure Modes Effects Criticality Analysis (FMECA). *UNSW@Canberra*, 1.1.
- Sun, M., QIU, R., & Lim, Y. F. (2017). Optimizing (s, S) Policies for Multi-Period Inventory Models With Demand Distribution Uncertainty: Robust Dynamic Programming Approaches. *European Journal of Operational Research*, 261, 880-892. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.02.027>

- Teixeira , C., Lopes , I., & Figuei, M. (2017, June). Multi-criteria Classification For Spare Parts Management: A Case Study. *Procedia Manufacturing*, 1560-1567.
- Tersine, R. J. (1994). *Principles Of Inventory And Material Management* (4th ed.). (A. Simon, Ed.) New Jersey: Prentice-Hall International, Inc.
- Vincent, P. (1985). Exact Fill Rates For Items With Erratic Demand Patterns. *INFOR: Information Systems and Operational Research*, 171-181.
- Wang, X. (2019). Optimization of ABC Classification Method for Automobile Spare Parts based on DEA. 252(2).
- Warwick Manufacturing Group. (n.d). *Product Excellence Using Six Sigma*. Coventry: University of Warwick.
- Waters, D. (2003). *Inventory Control and Management* (2nd ed.). (J. Wiley, & S. Inc, Eds.) Chichester, England: Wiley.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

LAMPIRAN A DATA HISTORIS PERMINTAAN

Tabel Historis Permintaan *Consumable Spare Parts* 4 Tahun

| No | Nama Mesin | Kode Barang | Satuan | Min Stoc k | Max Stoc k | Demand Bulan Ke- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|--------------------|--------------|--------|------------|------------|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | |
| 1 | Cane cutter | 3055.093 | Bh | 5 | 52 | 0 | 13 | 8 | 7 | 0 | 14 | 17 | 3 | 19 | 0 | 1 | 16 | 15 | 0 | 5 | 14 | 16 | 8 | 5 | 18 | 5 | 0 | 20 | 10 | |
| 2 | | 3059.019 | Bh | 5 | 80 | 0 | 12 | 25 | 19 | 5 | 9 | 19 | 10 | 11 | 15 | 1 | 2 | 18 | 8 | 3 | 11 | 0 | 19 | 4 | 22 | 1 | 9 | 25 | 00 | |
| 3 | | 3093.0000 23 | Bh | 10 | 50 | 0 | 50 | 15 | 32 | 40 | 0 | 10 | 10 | 23 | 4 | 1 | 10 | 5 | 0 | 10 | 30 | 3 | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | 0 | 9 | |
| 4 | | 3055.095 | Bh | 3 | 40 | 17 | 0 | 25 | 19 | 26 | 10 | 91 | 0 | 10 | 0 | 15 | 0 | 10 | 50 | 0 | 2 | 15 | 8 | 0 | 9 | 11 | 0 | 0 | 15 | |
| 5 | | 3055.094 | Bh | 2 | 10 | 0 | 2 | 8 | 1 | 1 | 7 | 5 | 3 | 2 | 1 | 0 | 5 | 4 | 1 | 1 | 3 | 7 | 4 | 0 | 0 | 1 | 5 | 3 | 5 | |
| 6 | | 3055.097 | Bh | 2 | 10 | 1 | 4 | 1 | 5 | 2 | 0 | 5 | 2 | 2 | 1 | 4 | 0 | 3 | 4 | 1 | 0 | 2 | 2 | 4 | 1 | 3 | 1 | 4 | 5 | |
| 7 | | 3055.075 | Bh | 2 | 10 | 4 | 3 | 2 | 0 | 7 | 0 | 4 | 0 | 3 | 5 | 0 | 5 | 3 | 7 | 5 | 0 | 7 | 1 | 1 | 5 | 2 | 4 | 4 | 4 | |
| 8 | Cane feeding table | 3055.073 | Bh | 2 | 8 | 1 | 0 | 3 | 1 | 4 | 1 | 3 | 2 | 0 | 1 | 4 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 | |
| 9 | | 3055.071 | Bh | 2 | 10 | 0 | 5 | 2 | 2 | 0 | 1 | 4 | 5 | 8 | 3 | 0 | 4 | 6 | 3 | 5 | 2 | 7 | 0 | 8 | 2 | 6 | 1 | 8 | 0 | |
| 10 | | 3086.008 | Bh | 5 | 35 | 92 | 1 | 5 | 6 | 36 | 10 | 42 | 10 | 0 | 32 | 16 | 51 | 14 | 10 | 29 | 12 | 0 | 8 | 10 | 5 | 17 | 0 | 0 | 5 | 7 |
| 11 | | 3091.371 | Bh | 2 | 8 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 3 | 4 | 0 | 4 | 1 | 5 | 2 | 0 | 4 | 7 | 1 | 7 | 3 | 5 | 1 | 0 | 1 | |
| 12 | | 3092.007 | Bh | 2 | 12 | 0 | 10 | 5 | 9 | 15 | 6 | 3 | 0 | 0 | 9 | 7 | 4 | 11 | 9 | 13 | 6 | 4 | 9 | 0 | 7 | 12 | 14 | 0 | 0 | |
| 13 | | 3092.009 | Bh | 2 | 30 | 3 | 16 | 0 | 9 | 20 | 1 | 5 | 0 | 5 | 3 | 9 | 6 | 14 | 11 | 9 | 18 | 1 | 0 | 9 | 6 | 3 | 8 | 2 | 0 | |

| No | Nama Mesin | Kode Barang | Satuan | Min Stock | Max Stock | Demand Bulan Ke- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---------------|-------------|--------|-----------|-----------|------------------|----|----|-----|----|----|----|----|-----|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | |
| 14 | | 3021.002 | Bh | 5 | 85 | 15 | 0 | 29 | 25 | 72 | 0 | 11 | 45 | 29 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | |
| 15 | | 3059.004 | Bh | 3 | 20 | 0 | 0 | 10 | 5 | 2 | 8 | 10 | 0 | 8 | 3 | 5 | 11 | 4 | 2 | 9 | 5 | 7 | 2 | 7 | 4 | 1 | 1 | 6 | 2 | |
| 16 | Unigrator | 3059.007 | Bh | 2 | 10 | 0 | 8 | 15 | 10 | 7 | 3 | 1 | 5 | 10 | 0 | 8 | 4 | 1 | 3 | 0 | 1 | 1 | 5 | 2 | 2 | 5 | 0 | | | |
| 17 | | 3086,018 | Bh | 5 | 22 | 10 | 0 | 25 | 40 | 51 | 21 | 15 | 0 | 1 | 10 | 13 | 15 | 10 | 23 | 17 | 11 | 0 | 15 | 25 | 9 | 0 | 0 | 5 | 15 | |
| 18 | | 3086,011 | Bh | 2 | 10 | 5 | 1 | 0 | 7 | 2 | 0 | 0 | 5 | 4 | 1 | 4 | 3 | 1 | 5 | 7 | 3 | 2 | 1 | 7 | 3 | 0 | 1 | 5 | 0 | |
| 19 | | 3055.830 | Bh | 2 | 15 | 0 | 10 | 59 | 15 | 96 | 3 | 92 | 10 | 114 | 8 | 49 | 35 | 80 | 26 | 02 | 60 | 03 | 81 | 21 | 03 | 50 | 02 | | | |
| 20 | | 3055.832 | Bh | 3 | 10 | 1 | 0 | 63 | 95 | 21 | 11 | 61 | 11 | 82 | 25 | 94 | 10 | 01 | 35 | 00 | 60 | 03 | 81 | 21 | 03 | 50 | 03 | | | |
| 21 | | 3055.833 | Bh | 5 | 27 | 8 | 5 | 19 | 25 | 61 | 97 | 84 | 27 | 22 | 86 | 00 | 60 | 03 | 81 | 21 | 03 | 81 | 21 | 03 | 50 | 03 | | | | |
| 22 | Mill | 3055.836 | Bh | 3 | 10 | 2 | 5 | 32 | 20 | 41 | 11 | 11 | 56 | 84 | 20 | 42 | 00 | 41 | 73 | 55 | 26 | 1 | | | | | | | | |
| 23 | | 3055.837 | Bh | 3 | 10 | 0 | 3 | 26 | 20 | 22 | 16 | 00 | 58 | 22 | 72 | 16 | 99 | 22 | 81 | 00 | 92 | 81 | 00 | 99 | 22 | 81 | 00 | 99 | | |
| 24 | | 3055.855 | Bh | 3 | 15 | 1 | 59 | 40 | 02 | 00 | 00 | 52 | 81 | 59 | 35 | 00 | 46 | 22 | 72 | 12 | 22 | 72 | 12 | 4 | 22 | 72 | 12 | 4 | | |
| 25 | | 3055.860 | Bh | 3 | 12 | 2 | 55 | 33 | 57 | 91 | 40 | 02 | 00 | 46 | 09 | 99 | 20 | 09 | 12 | 09 | 12 | 09 | 12 | 09 | 12 | 09 | 12 | 09 | 12 | |
| 26 | | 3021.001 | Bh | 5 | 20 | 0 | 15 | 84 | 918 | 00 | 60 | 05 | 30 | 06 | 22 | 85 | 116 | 99 | 00 | 41 | 32 | 04 | 13 | 22 | 04 | 13 | 22 | 04 | 13 | |
| 27 | Juice Stainer | 3021,003 | Bh | 2 | 10 | 1 | 52 | 22 | 31 | 11 | 00 | 36 | 11 | 75 | 89 | 00 | 32 | 73 | 74 | 00 | | | | | | | | | | |
| 28 | | 3031.130 | Bh | 5 | 30 | 35 | 19 | 00 | 35 | 22 | 08 | 55 | 92 | 42 | 05 | 27 | 42 | 00 | 96 | 21 | 27 | 00 | 35 | 26 | 11 | | | | | |

| No | Nama Mesin | Kode Barang | Satuan | Min Stock | Max Stock | Demand Bulan Ke- | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----------------------|-------------|--------|-----------|-----------|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 29 | Evaporator | 3031.131 | Bh | 5 | 30 | 0 | 2 | 1 | 3 | 0 | 2 | 1 | 8 | 1 | 9 | 1 | 5 | 0 | 2 | 1 | 2 | 0 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 30 | | 3031.132 | Bh | 10 | 40 | 20 | 0 | 15 | 29 | 9 | 0 | 29 | 1 | 10 | 0 | 16 | 30 | 0 | 11 | 31 | 18 | 07 | 09 | 99 | 15 | 11 | 11 | 7 | |
| 31 | | 3031.147 | Bh | 10 | 40 | 0 | 29 | 15 | 39 | 10 | 29 | 0 | 17 | 26 | 10 | 0 | 40 | 19 | 38 | 05 | 19 | 99 | 18 | 00 | 11 | 15 | 13 | 29 | |
| 32 | | 3031.169 | Bh | 5 | 23 | 15 | 0 | 0 | 9 | 17 | 9 | 6 | 8 | 11 | 5 | 9 | 0 | 4 | 8 | 4 | 8 | 21 | 5 | 8 | 11 | 15 | 40 | 06 | |
| 33 | | 3031.192 | Bh | 5 | 10 | 8 | 2 | 0 | 2 | 7 | 8 | 11 | 4 | 9 | 0 | 4 | 1 | 1 | 5 | 7 | 0 | 3 | 4 | 7 | 0 | 12 | 4 | 7 | 9 |
| 34 | Continuous Clarifier | 3033.430 | Bh | 5 | 15 | 10 | 0 | 12 | 5 | 9 | 3 | 1 | 1 | 6 | 9 | 5 | 5 | 0 | 3 | 3 | 2 | 5 | 9 | 11 | 4 | 8 | 5 | 7 | 5 |
| 35 | | 3033.431 | Bh | 3 | 10 | 0 | 0 | 4 | 6 | 2 | 2 | 1 | 5 | 8 | 1 | 5 | 9 | 0 | 4 | 0 | 4 | 1 | 5 | 0 | 4 | 2 | 8 | 0 | 4 |
| 36 | | 3476.025 | Bh | 3 | 10 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 11 | 0 | 0 | 1 | 5 | 0 | 2 | 4 | 0 | 0 | 7 | 2 | 4 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 2 |
| 37 | | 3476.029 | Bh | 2 | 10 | 2 | 0 | 5 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 5 | 8 | 2 | 0 | 4 | 1 | 0 | 3 | 6 | 0 | 0 | 1 | 8 | 9 | 9 |
| 38 | | 3476.033 | Bh | 5 | 15 | 0 | 0 | 0 | 4 | 9 | 2 | 2 | 0 | 0 | 8 | 1 | 3 | 11 | 5 | 15 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 39 | | 3476.036 | Bh | 3 | 10 | 3 | 0 | 1 | 8 | 1 | 4 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 | 1 | 7 | 0 | 6 | 1 |
| 40 | | 3476.039 | Bh | 3 | 10 | 0 | 1 | 1 | 5 | 0 | 0 | 1 | 7 | 0 | 2 | 4 | 0 | 6 | 9 | 3 | 0 | 0 | 2 | 4 | 1 | 9 | 0 | 1 | 3 |
| 41 | Continuous Clarifier | 3059.323 | Bh | 3 | 10 | 1 | 7 | 0 | 2 | 1 | 1 | 9 | 0 | 5 | 0 | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 5 | 2 | 1 | 7 | 2 | 8 |
| 42 | | 3055.055 | Bh | 3 | 10 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 5 | 8 | 2 | 9 | 1 | 0 | 0 | 3 | 2 | 6 | 1 | 0 | 3 | 1 | 9 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| 43 | | 3055.192 | Bh | 3 | 10 | 0 | 2 | 4 | 0 | 2 | 0 | 1 | 5 | 2 | - | 5 | 7 | 2 | 0 | 0 | 3 | 8 | 2 | 0 | 5 | 2 | 8 | 0 | 0 |

LAMPIRAN B FORM KUESIONER FMECA

Kuesioner Penentuan Tingkat Kekritisian *Spare Parts* Berdasarkan Dampak Risiko yang Akan Terjadi (*For Department Procurement*)

Nama Responden :

Jabatan :

Probabilitas, Deteksi dan *Criticality*

Survey ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam menentukan tingkat kekritisan *spare parts* berdasarkan risiko terhadap ketidak tersedianya *consumable spare parts* di gudang. Pengisian kuesioner dilakukan dengan mengisi **kolom yang kosong** berdasarkan masing-masing kategori seperti ***criticality pada lead time pemesanan*, *lead time pemesanan*, dan *sistem kontrol*** yang dilakukan. Adapun acuan yang digunakan untuk mengisi kolom ***Criticality*** sebagai berikut.

Tabel Penentuan *Criticality*

| Severity As Criticality Matrik | | |
|--------------------------------|--------------|---|
| Skala | Konsekuensi | Keterangan |
| 1 | Minor | Tujuan tercapai dan tidak terjadi kerusakan |
| 2 | Signifikan | Tujuan tercapai, namun ada sedikit kerusakan |
| 3 | Critical | Tujuan tercapai sebagian |
| 4 | Major | Menyebabkan kerugian besar |
| 5 | Catastrophic | Hilangnya nyawa dan menyebabkan kerusakan parah |

Pengisian ***criticality*** pada ***lead time*** pemesanan, ***lead time*** pemesanan, dan **sistem control** disesuaikan dengan kondisi yang ada di perusahaan. Berikut akan diberikan contoh pengisian kuisioner pada kolom yang kosong.

Tabel Contoh Pengisian Kuesioner

| <i>Base On Lead Time</i> Pemesanan | | | | | |
|------------------------------------|-----------------|------------------------|--|---|--------------------|
| Nama Mesin | No. Spare Parts | Potensi Mode Kegagalan | <i>Lead Time Pemesanan Hingga Spare Parts Datang</i> | Sistem Kontrol yang Dilakukan Perusahaan | <i>Criticality</i> |
| Cane cutter | 3055.093 | Pisau patah | Rata-rata 14 hari | Pengecekan stok pada saat barang akan diambil | 2 |

Isilah kolom yang kosong dengan cara memberikan jawaban sesuai kategori yang tersedia seperti pada contoh di atas.

| <i>Base On Lead Time</i> Pemesanan | | | | | |
|------------------------------------|-----------------|---|--|--|--------------------|
| Nama Mesin | No. Spare Parts | Potensi Mode Kegagalan | <i>Lead Time Pemesanan Hingga Spare Parts Datang</i> | Sistem Kontrol yang Dilakukan Perusahaan | <i>Criticality</i> |
| Cane cutter | 3055.093 | Pisau patah | | | |
| | | Mata pisau aus dan perlu untuk penggantian mata pisau | | | |

| Base On Lead Time Pemesanan | | | | | |
|-----------------------------|-----------------|---|---|--|-------------|
| Nama Mesin | No. Spare Parts | Potensi Mode Kegagalan | Lead Time Pemesanan Hingga Spare Parts Datang | Sistem Kontrol yang Dilakukan Perusahaan | Criticality |
| | 3059.019 | Baut pada disc kendor | | | |
| | 3093.000023 | Kerusakan <i>part</i> bantalan <i>Sledding Rotary</i> | | | |
| | 3055.095 | Kerusakan pada metal gilingan | | | |
| | 3055.094 | As tidak berputar pada porosnya | | | |
| | 3055.097 | Kerusakan <i>gearbox</i> | | | |
| | 3071.001 | <i>Bearing I</i> Pecah | | | |
| | 3071.002 | <i>Bearing III</i> Pecah | | | |
| | 3023.12 | Baut Sapflends Lepas | | | |
| | 3055.075 | Ampas keluar dari area gilingan | | | |
| Cane feeding table | 3055.073 | Sisa-sisa ampas tertempel pada rol gilingan | | | |

| Base On Lead Time Pemesanan | | | | | |
|-----------------------------|-----------------|-------------------------------------|---|--|-------------|
| Nama Mesin | No. Spare Parts | Potensi Mode Kegagalan | Lead Time Pemesanan Hingga Spare Parts Datang | Sistem Kontrol yang Dilakukan Perusahaan | Criticality |
| Unigrator | 3055.071 | Kerusakan HDS | | | |
| | 3086.008 | Korosi pada <i>hammer tip</i> | | | |
| | 3091.371 | Kerusakan pada Disc | | | |
| | 3092.007 | Kerusakan pada <i>hammer handle</i> | | | |
| | 3092.009 | Aus pada <i>bronze</i> kopling 325 | | | |
| | 3021.002 | Tali kopling putus | | | |
| | 3059.004 | <i>Bearing</i> roda gigi pecah | | | |
| Unigrator | 3059.007 | Kerusakan pada roda gigi | | | |
| | 3086.018 | Baut pada Disc Uni lepas | | | |
| | 3086.011 | Keretakan pada piringan uni | | | |

| Base On Lead Time Pemesanan | | | | | |
|-----------------------------|-----------------|---|---|--|-------------|
| Nama Mesin | No. Spare Parts | Potensi Mode Kegagalan | Lead Time Pemesanan Hingga Spare Parts Datang | Sistem Kontrol yang Dilakukan Perusahaan | Criticality |
| | 3055.830 | Kerusakan pada skrup | | | |
| | 3055.832 | Kerusakan pada <i>deflactor</i> | | | |
| | 3055.833 | Kebocoran tangki nira | | | |
| Mill | 3055.836 | Kerusakan pada skrup mill | | | |
| | 3055.837 | Adanya lubang pada roller mill | | | |
| | 3055.855 | Baut formill lepas | | | |
| | 3055.860 | Kerusakan pada pen mill | | | |
| | 3021.001 | Rantai penggerak BEC patah | | | |
| Juice Stainer | 3021.003 | Kerusakan pada <i>bearing tail shaf</i> | | | |
| | 3031.130 | Krusakan pada cakar | | | |
| | 3031.131 | Kebocoran <i>steam drum</i> | | | |

| Base On Lead Time Pemesanan | | | | | |
|-----------------------------|-----------------|-------------------------------------|---|--|-------------|
| Nama Mesin | No. Spare Parts | Potensi Mode Kegagalan | Lead Time Pemesanan Hingga Spare Parts Datang | Sistem Kontrol yang Dilakukan Perusahaan | Criticality |
| | 3031.132 | Kerusakan pompa injeksi | | | |
| | 3031.147 | Baut cakar lepas | | | |
| | 3031.169 | Kerusakan pada motor penggerak | | | |
| | 3031.192 | Stang Scrapper BC Inclinasi putus | | | |
| Evaporator | 3033.430 | Keretakan pada cakar evapor | | | |
| | 3033.431 | Sambungan Rantai BC patah | | | |
| | 3476.025 | Reirculation pipe terkelupas | | | |
| | 3476.029 | Kebocoran pada pipa tab soda | | | |
| | 3476.033 | Kerusakan pada <i>vacum breaker</i> | | | |
| | 3476.036 | Hagglund mati | | | |

| <i>Base On Lead Time</i> Pemesanan | | | | | |
|------------------------------------|-----------------|--------------------------------------|--|--|--------------------|
| Nama Mesin | No. Spare Parts | Potensi Mode Kegagalan | <i>Lead Time Pemesanan Hingga Spare Parts Datang</i> | Sistem Kontrol yang Dilakukan Perusahaan | <i>Criticality</i> |
| | 3476.039 | Kerusakan karet valve FV 402 | | | |
| Continuous Clarifier | 3059.323 | Penyumbatan pipa saluran nira | | | |
| | 3055.055 | Adanya lubang pada <i>body plate</i> | | | |
| | 3055.192 | Kerusakan pada gasket nira | | | |

Malang,Juni 2020

Responden

(.....)

Kuesioner Penentuan Tingkat Kekritisan Spare Parts Berdasarkan Dampak Risiko yang Akan Terjadi (For Department Maintenance)

Nama Responden :

Jabatan :

Probabilitas, Deteksi, dampak risiko dan Criticality

Survey ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam menentukan tingkat kekritisan *spare parts* berdasarkan risiko terhadap ketidak tersedianya *consumable spare parts* di gudang. Pengisian kuesioner dilakukan dengan mengisi **kolom yang kosong** berdasarkan masing-masing kategori seperti **efek potensi kegagalan akibat waktu breakdown, frekuensi terjadinya kegagalan, sistem kontrol, dan criticality for severity** yang dilakukan. Adapun acuan yang digunakan untuk mengisi kolom **Criticality** sebagai berikut.

Tabel Penentuan Criticality

| Severity As Criticality Matrix | | |
|--------------------------------|--------------|---|
| Skala | Konsekuensi | Keterangan |
| 1 | Minor | Tujuan tercapai dan tidak terjadi kerusakan |
| 2 | Signifikan | Tujuan tercapai, namun ada sedikit kerusakan |
| 3 | Critical | Tujuan tercapai sebagian |
| 4 | Major | Menyebabkan kerugian besar |
| 5 | Catastrophic | Hilangnya nyawa dan menyebabkan kerusakan parah |

Pengisian kolom **efek potensi kegagalan akibat lead time pemesanan, lead time pemesanan, sistem kontrol, dan criticality for severity** disesuaikan dengan kondisi yang ada di perusahaan. Berikut akan diberikan contoh pengisian kuesioner pada kolom yang kosong.

Tabel Contoh Pengisian Kuesioner

| Base on waktu breakdown | | | | | | |
|-------------------------|-----------------|------------------------|---|------------------------|---|-------------|
| Nama Mesin | No. Spare Parts | Potensi Mode Kegagalan | Efek Potensi Kegagalannya (Menyebabkan rata-rata waktu <i>breakdown</i> selama 1 musim) | Breakdown time | Sistem Kontrol yang Dilakukan Perusahaan | Criticality |
| Cane cutter | 3055.093 | A | 157-245 jam | Setiap 2 minggu sekali | Pemantauan dari operator saat proses produksi | 4 |

Isilah kolom yang kosong dengan cara memberikan jawaban sesuai dengan kategori yang tersedia seperti pada contoh di atas.\

| Base On Waktu Breakdown | | | | | | |
|-------------------------|-----------------|---|---|----------------|--|-------------|
| Nama Mesin | No. Spare Parts | Potensi Mode Kegagalan | Efek Potensi Kegagalannya (Menyebabkan rata-rata waktu <i>breakdown</i> selama 1 musim) | Breakdown time | Sistem Kontrol yang Dilakukan Perusahaan | Criticality |
| Cane cutter | 3055.093 | Pisau patah | | | | |
| | | Mata pisau aus dan perlu untuk penggantian mata pisau | | | | |
| | 3059.019 | Baut pada disc kendor | | | | |

| Base On Waktu Breakdown | | | | | | |
|-------------------------|-----------------|---|---|----------------|--|-------------|
| Nama Mesin | No. Spare Parts | Potensi Mode Kegagalan | Efek Potensi Kegagalannya (Menyebabkan rata-rata waktu <i>breakdown</i> selama 1 musim) | Breakdown time | Sistem Kontrol yang Dilakukan Perusahaan | Criticality |
| | 3093.000023 | Kerusakan <i>part</i> bantalan <i>Sledding Rotary</i> | | | | |
| | 3055.095 | Kerusakan pada metal gilingan | | | | |
| | 3055.094 | As tidak berputar pada porosnya | | | | |
| | 3055.097 | Kerusakan <i>gearbox</i> | | | | |
| | 3071.001 | <i>Bearing I</i> Pecah | | | | |
| | 3071.002 | <i>Bearing III</i> Pecah | | | | |
| | 3023.12 | Baut Sapflends Lepas | | | | |
| | 3055.075 | Ampas keluar dari area gilingan | | | | |
| Cane feeding table | 3055.073 | Sisa-sisa ampas tertempel pada rol gilingan | | | | |

| Base On Waktu Breakdown | | | | | | |
|-------------------------|-----------------|-------------------------------------|---|----------------|--|-------------|
| Nama Mesin | No. Spare Parts | Potensi Mode Kegagalan | Efek Potensi Kegagalannya (Menyebabkan rata-rata waktu <i>breakdown</i> selama 1 musim) | Breakdown time | Sistem Kontrol yang Dilakukan Perusahaan | Criticality |
| HDS | 3055.071 | Kerusakan HDS | | | | |
| | 3086.008 | Korosi pada <i>hammer tip</i> | | | | |
| | 3091.371 | Kerusakan pada Disc | | | | |
| | 3092.007 | Kerusakan pada <i>hammer handle</i> | | | | |
| | 3092.009 | Aus pada <i>bronze kopling 325</i> | | | | |
| | 3021.002 | Tali kopling putus | | | | |
| | 3059.004 | <i>Bearing</i> roda gigi pecah | | | | |
| Unigrator | 3059.007 | Kerusakan pada roda gigi | | | | |
| | 3086.018 | Baut pada Disc Uni lepas | | | | |
| | 3086.011 | Keretakan pada piringan uni | | | | |

| Base On Waktu Breakdown | | | | | | |
|-------------------------|-----------------|---|---|----------------|--|-------------|
| Nama Mesin | No. Spare Parts | Potensi Mode Kegagalan | Efek Potensi Kegagalannya (Menyebabkan rata-rata waktu <i>breakdown</i> selama 1 musim) | Breakdown time | Sistem Kontrol yang Dilakukan Perusahaan | Criticality |
| Mill | 3055.830 | Kerusakan pada skrup | | | | |
| | 3055.832 | Kerusakan pada <i>deflactor</i> | | | | |
| | 3055.833 | Kebocoran tangki nira | | | | |
| Juice Stainer | 3055.836 | Kerusakan pada skrup mill | | | | |
| | 3055.837 | Adanya lubang pada roller mill | | | | |
| | 3055.855 | Baut formill lepas | | | | |
| | 3055.860 | Kerusakan pada pen mill | | | | |
| | 3021.001 | Rantai penggerak BEC patah | | | | |
| Juice Stainer | 3021.003 | Kerusakan pada <i>bearing tail shaf</i> | | | | |
| | 3031.130 | Krusakan pada cakar | | | | |
| | 3031.131 | Kebocoran <i>steam drum</i> | | | | |

| Base On Waktu Breakdown | | | | | | |
|-------------------------|-----------------|-------------------------------------|---|----------------|--|-------------|
| Nama Mesin | No. Spare Parts | Potensi Mode Kegagalan | Efek Potensi Kegagalannya (Menyebabkan rata-rata waktu <i>breakdown</i> selama 1 musim) | Breakdown time | Sistem Kontrol yang Dilakukan Perusahaan | Criticality |
| | 3031.132 | Kerusakan pompa injeksi | | | | |
| | 3031.147 | Baut cakar lepas | | | | |
| | 3031.169 | Kerusakan pada motor penggerak | | | | |
| | 3031.192 | Stang Scrapper BC Inclinasi putus | | | | |
| Evaporator | 3033.430 | Keretakan pada cakar evapor | | | | |
| | 3033.431 | Sambungan Rantai BC patah | | | | |
| | 3476.025 | Reirculation pipe terkelupas | | | | |
| | 3476.029 | Kebocoran pada pipa tab soda | | | | |
| | 3476.033 | Kerusakan pada <i>vacum breaker</i> | | | | |
| | 3476.036 | Hagglund mati | | | | |

| Base On Waktu Breakdown | | | | | | |
|-------------------------|-----------------|--------------------------------------|---|-----------------------|--|--------------------|
| Nama Mesin | No. Spare Parts | Potensi Mode Kegagalan | Efek Potensi Kegagalannya (Menyebabkan rata-rata waktu <i>breakdown</i> selama 1 musim) | <i>Breakdown time</i> | Sistem Kontrol yang Dilakukan Perusahaan | <i>Criticality</i> |
| | 3476.039 | Kerusakan karet valve FV 402 | | | | |
| Continuous Clarifier | 3059.323 | Penyumbatan pipa saluran nira | | | | |
| | 3055.055 | Adanya lubang pada <i>body plate</i> | | | | |
| | 3055.192 | Kerusakan pada gasket nira | | | | |

Malang,Juni 2020

Responden

(.....)

LAMPIRAN C HASIL PERHITUNGAN FMECA

Tabel Rekapitulasi Nilai *Criticality (CA) Base on Down Time*

| Base On Down Time | | | | | | | |
|----------------------|-----------------|---|-----------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------|
| Nama Mesin | No. Spare Parts | Potensi Mode Kegagalan | Savertainty (S) | Occurance (O) | Criticality index (SxO) | Detection (D) | RPN (SxOxD) |
| Cane cutter | 3055.094 | Mata pisau aus dan perlu untuk penggantian mata pisau | 4 | 5 | 20 | 1 | 20 |
| Cane feeding table | 3055.071 | Kerusakan HDS | 4 | 5 | 20 | 1 | 20 |
| Cane cutter | 3055.093 | Pisau patah | 3 | 4 | 12 | 1 | 12 |
| Unigrator | 3059.007 | Kerusakan pada roda gigi | 4 | 3 | 12 | 2 | 24 |
| Cane cutter | 3055.095 | Kerusakan pada metal gilingan | 3 | 3 | 9 | 1 | 9 |
| Unigrator | 3086.011 | Keretakan pada piringan uni | 3 | 3 | 9 | 2 | 18 |
| Juice Stainer | 3031.132 | Kerusakan pompa injeksi | 3 | 3 | 9 | 2 | 18 |
| Cane feeding table | 3021.002 | Tali kopling putus | 2 | 4 | 8 | 2 | 16 |
| Cane feeding table | 3059.004 | <i>Bearing</i> roda gigi pecah | 2 | 4 | 8 | 1 | 8 |
| Unigrator | 3055.832 | Kerusakan pada <i>deflactor</i> | 2 | 4 | 8 | 1 | 8 |
| Unigrator | 3055.833 | Kebocoran tangki nira | 4 | 2 | 8 | 2 | 16 |
| Mill | 3055.860 | Kerusakan pada pen mill | 2 | 4 | 8 | 2 | 16 |
| Evaporator | 3476.033 | Kerusakan pada <i>vacum breaker</i> | 2 | 4 | 8 | 2 | 16 |
| Continuous Clarifier | 3055.192 | Kerusakan pada gasket nira | 2 | 4 | 8 | 1 | 8 |

| Base On Down Time | | | | | | | |
|----------------------|-----------------|---|-------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------|
| Nama Mesin | No. Spare Parts | Potensi Mode Kegagalan | Saverty (S) | Occurance (O) | Criticality index (SxO) | Detection (D) | RPN (SxOxD) |
| Cane cutter | 3055,097 | Kerusakan <i>gearbox</i> | 2 | 3 | 6 | 1 | 6 |
| Cane feeding table | 3092.007 | Kerusakan pada <i>hammer handle</i> | 2 | 3 | 6 | 1 | 6 |
| Mill | 3055.837 | Adanya lubang pada roller mill | 3 | 2 | 6 | 4 | 24 |
| Continuous Clarifier | 3055.055 | Adanya lubang pada <i>body plate</i> | 2 | 3 | 6 | 2 | 12 |
| Cane feeding table | 3055.073 | Sisa-sisa ampas tertempel pada rol gilingan | 1 | 5 | 5 | 2 | 10 |
| Cane cutter | 3023,12 | Baut Sapflends Lepas | 1 | 4 | 4 | 3 | 12 |
| Cane feeding table | 3086.008 | Korosi pada <i>hammer tip</i> | 1 | 4 | 4 | 2 | 8 |
| Cane feeding table | 3091.371 | Kerusakan pada Disc | 2 | 2 | 4 | 1 | 4 |
| Juice Stainer | 3021,003 | Kerusakan pada <i>bearing tail shaf</i> | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 |
| Juice Stainer | 3031.147 | Baut cakar lepas | 1 | 4 | 4 | 2 | 8 |
| Juice Stainer | 3031.192 | Stang Scrapper BC Inclinasi putus | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 |
| Evaporator | 3033.430 | Keretakan pada cakar evapor | 2 | 2 | 4 | 2 | 8 |
| Evaporator | 3033.431 | Sambungan Rantai BC patah | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 |
| Continuous Clarifier | 3059.323 | Penyumbatan pipa saluran nira | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 |
| Cane cutter | 3059,019 | Baut pada disc kendor | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 |

| Base On Down Time | | | | | | | |
|--------------------|-----------------|--|-------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------|
| Nama Mesin | No. Spare Parts | Potensi Mode Kegagalan | Saverty (S) | Occurance (O) | Criticality index (SxO) | Detection (D) | RPN (SxOxD) |
| Cane feeding table | 3092.009 | Aus pada bronze kopling 325 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 |
| Mill | 3021.001 | Rantai penggerak BEC patah | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 |
| Juice Stainer | 3031.169 | Kerusakan pada motor penggerak | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 |
| Evaporator | 3476.025 | Reirculation pipe terkelupas | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 |
| Evaporator | 3476.036 | Hagglund mati | 1 | 3 | 3 | 2 | 6 |
| Cane cutter | 3093,000023 | Kerusakan part bantalan <i>Sledding Rotary</i> | 1 | 2 | 2 | 3 | 6 |
| Cane cutter | 3055,094 | As tidak berputar pada porosnya | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| Cane cutter | 3071,001 | <i>Bearing I</i> Pecah | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 |
| Cane cutter | 3071,002 | <i>Bearing III</i> Pecah | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 |
| Cane cutter | 3055.075 | Ampas keluar dari area gilingan | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| Unigrator | 3055.830 | Kerusakan pada skrup | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| Juice Stainer | 3031.131 | Kebocoran <i>steam drum</i> | 1 | 2 | 2 | 4 | 8 |
| Evaporator | 3476.029 | Kebocoran pada pipa tab soda | 1 | 2 | 2 | 4 | 8 |
| Mill | 3055.836 | Kerusakan pada skrup mill | 1 | 2 | 2 | 4 | 8 |
| Juice Stainer | 3031.130 | Krusakan pada cakar | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| Unigrator | 3086,018 | Baut pada Disc Uni lepas | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| Mill | 3055.855 | Baut formill lepas | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| Evaporator | 3476.039 | Kerusakan karet valve FV 402 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |

Tabel Rekapitulasi Nilai *Criticality (CA) Base on Lead Time*

| Base On Lead Time | | | | | | | |
|----------------------|-----------------|---|--------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------|
| Nama Mesin | No. Spare Parts | Potensi Mode Kegagalan | Saverity (S) | Occurance (O) | Criticality index (SxO) | Detection (D) | RPN (SxOxD) |
| Cane cutter | 3055.093 | Pisau patah | 4 | 4 | 16 | 1 | 16 |
| Cane cutter | 3093,000023 | Kerusakan part bantalan <i>Sledding Rotary</i> | 3 | 5 | 15 | 1 | 15 |
| Cane cutter | 3055.094 | Mata pisau aus dan perlu untuk penggantian mata pisau | 3 | 4 | 12 | 1 | 12 |
| Cane cutter | 3055.075 | Ampas keluar dari area gilingan | 3 | 4 | 12 | 2 | 24 |
| Cane feeding table | 3055.071 | Kerusakan HDS | 3 | 4 | 12 | 1 | 12 |
| Cane feeding table | 3059.004 | <i>Bearing</i> roda gigi pecah | 3 | 4 | 12 | 1 | 12 |
| Unigrator | 3059.007 | Kerusakan pada roda gigi | 3 | 4 | 12 | 2 | 24 |
| Unigrator | 3055.833 | Kebocoran tangki nira | 3 | 4 | 12 | 2 | 24 |
| Mill | 3055.837 | Adanya lubang pada roller mill | 3 | 4 | 12 | 2 | 24 |
| Mill | 3055.860 | Kerusakan pada pen mill | 4 | 3 | 12 | 2 | 24 |
| Juice Stainer | 3031.132 | Kerusakan pompa injeksi | 3 | 4 | 12 | 2 | 24 |
| Evaporator | 3033.430 | Keretakan pada cakar evapor | 3 | 4 | 12 | 2 | 24 |
| Evaporator | 3476.033 | Kerusakan pada <i>vacum breaker</i> | 3 | 4 | 12 | 2 | 24 |
| Evaporator | 3476.036 | Hagglund mati | 4 | 3 | 12 | 2 | 24 |
| Continuous Clarifier | 3055.055 | Adanya lubang pada <i>body plate</i> | 3 | 4 | 12 | 3 | 36 |
| Continuous Clarifier | 3055.192 | Kerusakan pada gasket nira | 3 | 4 | 12 | 1 | 12 |

| Base On Lead Time | | | | | | | |
|----------------------|-----------------|---|-------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------|
| Nama Mesin | No. Spare Parts | Potensi Mode Kegagalan | Saverty (S) | Occurance (O) | Criticality index (SxO) | Detection (D) | RPN (SxOxD) |
| Cane cutter | 3055.095 | Kerusakan pada metal gilingan | 3 | 3 | 9 | 1 | 9 |
| Mill | 3021.001 | Rantai penggerak BEC patah | 3 | 3 | 9 | 2 | 18 |
| Juice Stainer | 3021.003 | Kerusakan pada <i>bearing tail shaf</i> | 3 | 3 | 9 | 1 | 9 |
| Evaporator | 3476.029 | Kebocoran pada pipa tab soda | 3 | 3 | 9 | 2 | 18 |
| Unigrator | 3086.011 | Keretakan pada piringan uni | 2 | 4 | 8 | 2 | 16 |
| Unigrator | 3055.832 | Kerusakan pada <i>deflactor</i> | 4 | 2 | 8 | 1 | 8 |
| Cane cutter | 3071.001 | <i>Bearing I</i> Pecah | 3 | 2 | 6 | 2 | 12 |
| Cane cutter | 3071.002 | <i>Beraing III</i> Pecah | 3 | 2 | 6 | 2 | 12 |
| Cane feeding table | 3055.073 | Sisa-sisa ampas tertempel pada rol gilingan | 2 | 3 | 6 | 1 | 6 |
| Juice Stainer | 3031.131 | Kebocoran <i>steam drum</i> | 3 | 2 | 6 | 4 | 24 |
| Juice Stainer | 3031.169 | Kerusakan pada motor penggerak | 2 | 3 | 6 | 1 | 6 |
| Juice Stainer | 3031.192 | Stang Scrapper BC Inclinasi putus | 2 | 3 | 6 | 1 | 6 |
| Evaporator | 3476.025 | Reirculation pipe terkelupas | 3 | 2 | 6 | 1 | 6 |
| Continuous Clarifier | 3059.323 | Penyumbatan pipa saluran nira | 3 | 2 | 6 | 4 | 24 |
| Cane cutter | 3059.019 | Baut pada disc kendor | 2 | 2 | 4 | 1 | 4 |
| Cane cutter | 3055.094 | As tidak berbutar pada porosnya | 2 | 2 | 4 | 2 | 8 |
| Cane feeding table | 3092.007 | Kerusakan pada <i>hammer handle</i> | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 |

| Base On Lead Time | | | | | | | |
|--------------------|-----------------|------------------------------------|-------------|---------------|-------------------------|---------------|-------------|
| Nama Mesin | No. Spare Parts | Potensi Mode Kegagalan | Saverty (S) | Occurance (O) | Criticality index (SxO) | Detection (D) | RPN (SxOxD) |
| Cane feeding table | 3021.002 | Tali kopling putus | 2 | 2 | 4 | 2 | 8 |
| Evaporator | 3033.431 | Sambungan Rantai BC patah | 2 | 2 | 4 | 1 | 4 |
| Cane feeding table | 3086.008 | Korosi pada <i>hammer tip</i> | 3 | 1 | 3 | 2 | 6 |
| Cane feeding table | 3091.371 | Kerusakan pada Disc | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 |
| Cane feeding table | 3092.009 | Aus pada <i>bronze</i> kopling 325 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 |
| Unigrator | 3055.830 | Kerusakan pada skrup | 3 | 1 | 3 | 4 | 12 |
| Cane cutter | 3055.097 | Kerusakan <i>gearbox</i> | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Cane cutter | 3023.12 | Baut Sapflends Lepas | 2 | 1 | 2 | 3 | 6 |
| Unigrator | 3086.018 | Baut pada Disc Uni lepas | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Mill | 3055.836 | Kerusakan pada skrup mill | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Mill | 3055.855 | Baut formill lepas | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Juice Stainer | 3031.130 | Krusakan pada cakar | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Juice Stainer | 3031.147 | Baut cakar lepas | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 |
| Evaporator | 3476.039 | Kerusakan karet valve FV 402 | 2 | 1 | 2 | 2 | 4 |

LAMPIRAN D TABEL SAFETY FACTOR

| SAFETY FACTOR K | PROBABILITY F(K) | PROBABILITY F(K) | PARTIAL EXPECTATION E(K) |
|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------|
| 0 | 0,5000 | 0,5000 | 0,3989 |
| 0,1 | 0,5398 | 0,4602 | 0,3509 |
| 0,2 | 0,5793 | 0,4207 | 0,3069 |
| 0,3 | 0,6179 | 0,3281 | 0,2668 |
| 0,4 | 0,6554 | 0,3446 | 0,2304 |
| 0,5 | 0,6519 | 0,3085 | 0,1978 |
| 0,6 | 0,7257 | 0,2743 | 0,1687 |
| 0,7 | 0,7580 | 0,2420 | 0,1429 |
| 0,8 | 0,7881 | 0,2119 | 0,1202 |
| 0,9 | 0,8159 | 0,1841 | 0,1004 |
| 1 | 0,8513 | 0,1587 | 0,0833 |
| 1,1 | 0,8643 | 0,1357 | 0,0686 |
| 1,2 | 0,8849 | 0,1151 | 0,0561 |
| 1,3 | 0,9032 | 0,0968 | 0,0455 |
| 1,4 | 0,9192 | 0,0808 | 0,0367 |
| 1,5 | 0,9332 | 0,0668 | 0,0293 |
| 1,6 | 0,9452 | 0,0548 | 0,0232 |
| 1,7 | 0,9554 | 0,0446 | 0,0183 |
| 1,8 | 0,9641 | 0,0359 | 0,0143 |
| 1,9 | 0,9713 | 0,0287 | 0,0111 |
| 2 | 0,9772 | 0,0228 | 0,0085 |
| 2,1 | 0,9821 | 0,0179 | 0,0065 |
| 2,2 | 0,9861 | 0,0139 | 0,0049 |
| 2,3 | 0,9893 | 0,0107 | 0,0037 |
| 2,4 | 0,9918 | 0,0082 | 0,0027 |
| 2,5 | 0,9938 | 0,0062 | 0,0020 |
| 2,6 | 0,9953 | 0,0047 | 0,0015 |
| 2,7 | 0,0065 | 0,0035 | 0,0011 |
| 2,8 | 0,9974 | 0,0026 | 0,0008 |
| 2,9 | 0,9981 | 0,0019 | 0,0005 |
| 3 | 0,9984 | 0,0016 | 0,0004 |

LAMPIRAN E PERANCANGAN SKENARIO

Tabel Perancangan Skenario *Continuous Review* (s,S) Material M-3055.093

| Skenario | s | S | Stockout | Total Biaya Persediaan | Service Level |
|---------------|----|----|----------|------------------------|---------------|
| Kondisi (s,S) | 41 | 52 | 9 | Rp 14.189.976 | 99% |
| Skenario 1 | 42 | 53 | 16 | Rp 15.114.783 | 99% |
| Skenario 2 | 43 | 54 | 41 | Rp 16.092.995 | 98% |
| Skenario 3 | 44 | 55 | 29 | Rp 16.517.501 | 99% |
| Skenario 4 | 45 | 56 | 39 | Rp 16.630.262 | 98% |
| Skenario 5 | 46 | 57 | 4 | Rp 16.165.554 | 99% |
| Skenario 6 | 47 | 58 | 22 | Rp 17.467.132 | 99% |
| Skenario 7 | 48 | 59 | 0 | Rp 16.917.104 | 100% |
| Skenario 8 | 50 | 61 | 18 | Rp 18.253.090 | 99% |
| Skenario 9 | 51 | 62 | 23 | Rp 19.670.756 | 99% |
| Skenario 10 | 52 | 63 | 15 | Rp 19.483.627 | 99% |
| Skenario 11 | 49 | 60 | 8 | Rp 18.201.692 | 99% |
| Skenario 12 | 53 | 64 | 0 | Rp 19.060.942 | 100% |
| Skenario 13 | 54 | 65 | 5 | Rp 19.256.016 | 99% |
| Skenario 14 | 55 | 66 | 3 | Rp 20.018.513 | 99% |
| Skenario 15 | 56 | 67 | 0 | Rp 20.600.711 | 100% |
| Skenario 16 | 57 | 68 | 24 | Rp 21.238.530 | 99% |

Tabel Perancangan Skenario *Continuous Review* (s,S) Material RG-3059.007

| Skenario | s | S | Stockout | Total Biaya Persediaan | Service Level |
|---------------|----|----|----------|------------------------|---------------|
| Kondisi (s,S) | 7 | 25 | 5 | Rp 610.171 | 99% |
| Skenario 1 | 8 | 26 | 6 | Rp 647.633 | 99% |
| Skenario 2 | 9 | 27 | 0 | Rp 651.148 | 100% |
| Skenario 3 | 10 | 28 | 5 | Rp 754.692 | 99% |
| Skenario 4 | 11 | 29 | 4 | Rp 763.369 | 99% |
| Skenario 5 | 12 | 30 | 0 | Rp 787.294 | 100% |
| Skenario 6 | 13 | 31 | 1 | Rp 863.146 | 99% |
| Skenario 7 | 14 | 32 | 3 | Rp 908.601 | 99% |
| Skenario 8 | 15 | 33 | 2 | Rp 950.914 | 99% |
| Skenario 9 | 16 | 34 | 5 | Rp 962.226 | 99% |
| Skenario 10 | 17 | 35 | 0 | Rp 99.224.428 | 100% |
| Skenario 11 | 18 | 36 | 1 | Rp 1.033.803 | 99% |
| Skenario 12 | 19 | 37 | 5 | Rp 1.095.068 | 99% |
| Skenario 13 | 20 | 38 | 0 | Rp 1.150.356 | 100% |
| Skenario 14 | 21 | 39 | 2 | Rp 1.184.971 | 99% |
| Skenario 15 | 22 | 40 | 0 | Rp 1.182.465 | 100% |
| Skenario 16 | 23 | 41 | 2 | Rp 1.241.425 | 99% |

Tabel Perancangan Skenario *Continuous Review* (s,S) Material SP-3055.073

| Skenario | s | S | Stockout | Total Biaya Persediaan | Service Level |
|---------------|----|----|----------|------------------------|---------------|
| Kondisi (s,S) | 4 | 10 | 1 | Rp 1.616.196 | 100% |
| Skenario 1 | 5 | 11 | 0 | Rp 32.359 | 100% |
| Skenario 2 | 6 | 12 | 0 | Rp 26.348 | 100% |
| Skenario 3 | 7 | 13 | 0 | Rp 31.621 | 100% |
| Skenario 4 | 8 | 14 | 1 | Rp 38.735 | 100% |
| Skenario 5 | 9 | 15 | 0 | Rp 28.091 | 100% |
| Skenario 6 | 10 | 16 | 1 | Rp 41.229 | 100% |
| Skenario 7 | 11 | 17 | 2 | Rp 75.984 | 99% |
| Skenario 8 | 12 | 18 | 0 | Rp 42.263 | 100% |
| Skenario 9 | 13 | 19 | 0 | Rp 31.723 | 100% |
| Skenario 10 | 14 | 20 | 0 | Rp 34.473 | 100% |
| Skenario 11 | 15 | 21 | 0 | Rp 32.228 | 100% |
| Skenario 12 | 16 | 22 | 0 | Rp 32.087 | 100% |
| Skenario 13 | 17 | 23 | 1 | Rp 46.785 | 100% |
| Skenario 14 | 18 | 24 | 0 | Rp 27.170 | 100% |
| Skenario 15 | 19 | 25 | 0 | Rp 27.354 | 100% |
| Skenario 16 | 20 | 26 | 0 | Rp 27.106 | 100% |

Tabel Perancangan Skenario *Continuous Review* (s,S) Material BT-3055.855

| Skenario | s | S | Stockout | Total Biaya Persediaan | Service Level |
|---------------|----|----|----------|------------------------|---------------|
| Kondisi (s,S) | 9 | 48 | 0 | Rp 377.264 | 100% |
| Skenario 1 | 10 | 49 | 2 | Rp 389.215 | 100% |
| Skenario 2 | 11 | 50 | 0 | Rp 418.406 | 100% |
| Skenario 3 | 12 | 51 | 0 | Rp 436.526 | 100% |
| Skenario 4 | 13 | 52 | 0 | Rp 445.558 | 100% |
| Skenario 5 | 14 | 53 | 0 | Rp 450.973 | 100% |
| Skenario 6 | 15 | 54 | 0 | Rp 453.700 | 100% |
| Skenario 7 | 16 | 55 | 0 | Rp 487.792 | 100% |
| Skenario 8 | 17 | 56 | 6 | Rp 501.509 | 100% |
| Skenario 9 | 18 | 57 | 2 | Rp 513.395 | 100% |
| Skenario 10 | 19 | 58 | 0 | Rp 532.163 | 100% |
| Skenario 11 | 20 | 59 | 0 | Rp 550.903 | 100% |
| Skenario 12 | 21 | 60 | 5 | Rp 584.527 | 100% |
| Skenario 13 | 22 | 61 | 0 | Rp 568.869 | 100% |
| Skenario 14 | 23 | 62 | 0 | Rp 601.573 | 100% |
| Skenario 15 | 24 | 63 | 5 | Rp 616.492 | 99% |
| Skenario 16 | 25 | 64 | 0 | Rp 613.801 | 100% |

Tabel Perancangan Skenario *Continuous Review* (s,S) Material S.Bc-3031.192

| Skenario | s | S | Stockout | Total Biaya Persediaan | Service Level |
|---------------|----|----|----------|------------------------|---------------|
| Kondisi (s,S) | 12 | 24 | 8 | Rp 2.418.718 | 99% |
| Skenario 1 | 13 | 25 | 2 | Rp 2.485.954 | 100% |
| Skenario 2 | 14 | 26 | 5 | Rp 2.746.451 | 99% |
| Skenario 3 | 15 | 27 | 5 | Rp 2.788.921 | 99% |
| Skenario 4 | 16 | 28 | 0 | Rp 2.959.150 | 100% |
| Skenario 5 | 17 | 29 | 1 | Rp 3.112.131 | 100% |
| Skenario 6 | 18 | 30 | 2 | Rp 3.275.817 | 99% |
| Skenario 7 | 19 | 31 | 2 | Rp 3.355.883 | 100% |
| Skenario 8 | 20 | 32 | 2 | Rp 3.767.730 | 100% |
| Skenario 9 | 21 | 33 | 0 | Rp 3.938.052 | 100% |
| Skenario 10 | 22 | 34 | 3 | Rp 3.977.727 | 99% |
| Skenario 11 | 23 | 35 | 0 | Rp 4.137.659 | 100% |
| Skenario 12 | 24 | 36 | 2 | Rp 4.297.516 | 99% |
| Skenario 13 | 21 | 33 | 4 | Rp 3.790.806 | 99% |
| Skenario 14 | 22 | 34 | 1 | Rp 3.903.758 | 100% |
| Skenario 15 | 23 | 35 | 2 | Rp 4.057.807 | 100% |
| Skenario 16 | 24 | 36 | 3 | Rp 4.380.681 | 99% |

Tabel Perancangan Skenario *Continuous Review* (s, S) Material BH-3055.836

| Skenario | s | S | <i>Stockout</i> | Total Biaya Persediaan | <i>Service Level</i> |
|--------------------|-----|-----|-----------------|------------------------|----------------------|
| Kondisi (s, S) | 5 | 46 | 0 | Rp 239.526 | 100% |
| Skenario 1 | 6 | 47 | 5 | Rp 235.467 | 99% |
| Skenario 2 | 7 | 48 | 0 | Rp 252.840 | 100% |
| Skenario 3 | 8 | 49 | 1 | Rp 258.388 | 100% |
| Skenario 4 | 9 | 50 | 0 | Rp 267.188 | 100% |
| Skenario 5 | 10 | 51 | 1 | Rp 275.164 | 100% |
| Skenario 6 | 11 | 52 | 2 | Rp 280.139 | 99% |
| Skenario 7 | 12 | 53 | 2 | Rp 305.820 | 99% |
| Skenario 8 | 13 | 54 | 2 | Rp 312.278 | 99% |
| Skenario 9 | 14 | 55 | 2 | Rp 322.716 | 100% |
| Skenario 10 | 15 | 56 | 3 | Rp 326.559 | 99% |
| Skenario 11 | 16 | 57 | 0 | Rp 337.873 | 100% |
| Skenario 12 | 17 | 58 | 5 | Rp 304.889 | 99% |
| Skenario 13 | 18 | 59 | 4 | Rp 351.185 | 99% |
| Skenario 14 | 19 | 60 | 1 | Rp 362.992 | 100% |
| Skenario 15 | 20 | 61 | 0 | Rp 330.966 | 100% |
| Skenario 16 | 21 | 62 | 0 | Rp 380.352 | 100% |

Tabel Perancangan Skenario *Continuous Review* (s,S) Material BC-3031.130

| Skenario | s | S | Stockout | Total Biaya Persediaan | Service Level |
|---------------|----|-----|----------|------------------------|---------------|
| Kondisi (s,S) | 5 | 161 | 70 | Rp 322.352 | 98% |
| Skenario 1 | 6 | 162 | 81 | Rp 357.620 | 97% |
| Skenario 2 | 7 | 163 | 120 | Rp 306.158 | 97% |
| Skenario 3 | 8 | 164 | 52 | Rp 335.451 | 98% |
| Skenario 4 | 9 | 165 | 64 | Rp 334.101 | 98% |
| Skenario 5 | 10 | 166 | 68 | Rp 338.661 | 98% |
| Skenario 6 | 11 | 167 | 183 | Rp 338.884 | 96% |
| Skenario 7 | 12 | 168 | 77 | Rp 370.258 | 97% |
| Skenario 8 | 13 | 169 | 52 | Rp 355.415 | 99% |
| Skenario 9 | 14 | 170 | 13 | Rp 372.509 | 99% |
| Skenario 10 | 15 | 171 | 57 | Rp 376.409 | 98% |
| Skenario 11 | 16 | 172 | 55 | Rp 383.733 | 98% |
| Skenario 12 | 17 | 173 | 49 | Rp 406.297 | 99% |
| Skenario 13 | 18 | 174 | 11 | Rp 398.571 | 100% |
| Skenario 14 | 19 | 175 | 25 | Rp 413.424 | 99% |
| Skenario 15 | 20 | 176 | 22 | Rp 409.209 | 100% |
| Skenario 16 | 21 | 177 | 21 | Rp 429.433 | 99% |

Tabel Perancangan Skenario *Continuous Review* (s,S) Material BP-3086.018

| Skenario | s | S | Stockout | Total Biaya Persediaan | Service Level |
|---------------|----|-----|----------|------------------------|---------------|
| Kondisi (s,S) | 23 | 124 | 14 | Rp 407.429 | 99% |
| Skenario 1 | 24 | 125 | 19 | Rp 409.924 | 99% |
| Skenario 2 | 25 | 126 | 10 | Rp 431.915 | 99% |
| Skenario 3 | 26 | 127 | 5 | Rp 424.011 | 99% |
| Skenario 4 | 27 | 128 | 0 | Rp 458.302 | 100% |
| Skenario 5 | 28 | 129 | 4 | Rp 435.573 | 99% |
| Skenario 6 | 29 | 130 | 19 | Rp 443.806 | 99% |
| Skenario 7 | 30 | 131 | 12 | Rp 457.222 | 99% |
| Skenario 8 | 31 | 132 | 7 | Rp 462.366 | 99% |
| Skenario 9 | 32 | 133 | 4 | Rp 492.492 | 99% |
| Skenario 10 | 33 | 134 | 99 | Rp 361.914 | 95% |
| Skenario 11 | 34 | 135 | 2 | Rp 490.865 | 100% |
| Skenario 12 | 35 | 136 | 7 | Rp 485.799 | 99% |
| Skenario 13 | 36 | 137 | 2 | Rp 512.347 | 100% |
| Skenario 14 | 37 | 138 | 0 | Rp 497.572 | 100% |
| Skenario 15 | 38 | 139 | 8 | Rp 527.624 | 99% |
| Skenario 16 | 39 | 140 | 0 | Rp 520.244 | 100% |

Tabel Perancangan Skenario *Continuous Review* (s,S) Material BE-3055.071

| Skenario | s | S | Stockout | Total Biaya Persediaan | Service Level |
|---------------|----|----|----------|------------------------|---------------|
| Kondisi (s,S) | 16 | 32 | 0 | Rp 2.381.838 | 100% |
| Skenario 1 | 17 | 33 | 0 | Rp 2.507.320 | 100% |
| Skenario 2 | 18 | 34 | 0 | Rp 2.594.758 | 100% |
| Skenario 3 | 19 | 35 | 0 | Rp 2.638.048 | 100% |
| Skenario 4 | 20 | 36 | 0 | Rp 2.803.661 | 100% |
| Skenario 5 | 21 | 37 | 0 | Rp 2.863.543 | 100% |
| Skenario 6 | 22 | 38 | 0 | Rp 3.016.432 | 100% |
| Skenario 7 | 23 | 39 | 0 | Rp 3.147.060 | 100% |
| Skenario 8 | 24 | 40 | 0 | Rp 3.218.344 | 100% |
| Skenario 9 | 25 | 41 | 0 | Rp 3.344.623 | 100% |
| Skenario 10 | 26 | 42 | 0 | Rp 4.122.684 | 100% |
| Skenario 11 | 27 | 43 | 0 | Rp 3.581.195 | 100% |
| Skenario 12 | 28 | 44 | 0 | Rp 3.628.853 | 100% |
| Skenario 13 | 29 | 45 | 0 | Rp 3.748.952 | 100% |
| Skenario 14 | 30 | 46 | 0 | Rp 3.842.045 | 100% |
| Skenario 15 | 30 | 46 | 0 | Rp 3.913.082 | 100% |
| Skenario 16 | 31 | 47 | 0 | Rp 4.026.833 | 100% |

Tabel Perancangan Skenario *Periodic Review* (R,s,S) Material MG-3055.095

| Skenario | R | s | S | Stockout | Total Biaya Persediaan | Service Level |
|-----------------|---|----|-----|----------|------------------------|---------------|
| Kondisi (R,s,S) | 2 | 59 | 87 | 65 | Rp 12.243.488 | 98% |
| Skenario 1 | 3 | 60 | 88 | 66 | Rp 11.331.508 | 97% |
| Skenario 2 | 1 | 61 | 89 | 15 | Rp 12.986.987 | 99% |
| Skenario 3 | 3 | 62 | 90 | 93 | Rp 12.178.544 | 97% |
| Skenario 4 | 1 | 63 | 91 | 24 | Rp 13.049.057 | 99% |
| Skenario 5 | 3 | 64 | 92 | 84 | Rp 12.867.342 | 97% |
| Skenario 6 | 1 | 65 | 93 | 13 | Rp 13.440.837 | 99% |
| Skenario 7 | 3 | 66 | 94 | 39 | Rp 12.338.707 | 97% |
| Skenario 8 | 1 | 67 | 95 | 10 | Rp 14.094.753 | 99% |
| Skenario 9 | 3 | 68 | 96 | 36 | Rp 13.116.285 | 97% |
| Skenario 10 | 1 | 69 | 97 | 9 | Rp 13.564.589 | 99% |
| Skenario 11 | 3 | 70 | 98 | 121 | Rp 14.182.979 | 97% |
| Skenario 12 | 1 | 71 | 99 | 24 | Rp 14.494.577 | 99% |
| Skenario 13 | 3 | 72 | 100 | 88 | Rp 14.278.225 | 97% |
| Skenario 14 | 1 | 73 | 101 | 0 | Rp 14.834.612 | 100% |
| Skenario 15 | 3 | 74 | 102 | 110 | Rp 15.093.912 | 97% |
| Skenario 16 | 1 | 75 | 103 | 19 | Rp 15.848.338 | 99% |

Tabel Perancangan Skenario *Periodic Review* (R,s,S) Material SR-3033.431

| Skenario | R | s | S | Stockout | Total Biaya Persediaan | Service Level |
|-----------------|---|----|----|----------|------------------------|---------------|
| Kondisi (R,s,S) | 2 | 14 | 39 | 17 | Rp 761.021 | 98% |
| Skenario 1 | 3 | 15 | 40 | 22 | Rp 739.426 | 97% |
| Skenario 2 | 1 | 16 | 41 | 3 | Rp 852.721 | 99% |
| Skenario 3 | 3 | 17 | 42 | 21 | Rp 857.340 | 97% |
| Skenario 4 | 1 | 18 | 43 | 0 | Rp 933.655 | 100% |
| Skenario 5 | 3 | 19 | 44 | 28 | Rp 899.866 | 97% |
| Skenario 6 | 1 | 20 | 45 | 1 | Rp 941.921 | 99% |
| Skenario 7 | 3 | 21 | 46 | 16 | Rp 926.690 | 97% |
| Skenario 8 | 1 | 22 | 47 | 4 | Rp 1.032.867 | 99% |
| Skenario 9 | 3 | 23 | 48 | 16 | Rp 998.005 | 97% |
| Skenario 10 | 1 | 24 | 49 | 5 | Rp 1.088.870 | 99% |
| Skenario 11 | 3 | 25 | 50 | 24 | Rp 1.062.809 | 97% |
| Skenario 12 | 1 | 26 | 51 | 3 | Rp 1.147.725 | 99% |
| Skenario 13 | 3 | 27 | 52 | 17 | Rp 1.151.414 | 97% |
| Skenario 14 | 1 | 28 | 53 | 5 | Rp 1.002.760 | 99% |
| Skenario 15 | 3 | 29 | 54 | 9 | Rp 1.155.568 | 97% |
| Skenario 16 | 1 | 30 | 55 | 3 | Rp 130.994.279 | 99% |

Tabel Perancangan Skenario *Periodic Review* (R,s,S) Material GB-3476.039

| Skenario | R | s | S | Stockout | Total Biaya Persediaan | Service Level |
|-----------------|---|----|----|----------|------------------------|---------------|
| Kondisi (R,s,S) | 2 | 17 | 25 | 0 | Rp 5.971.042 | 100% |
| Skenario 1 | 3 | 18 | 26 | 0 | Rp 6.130.654 | 100% |
| Skenario 2 | 1 | 19 | 27 | 5 | Rp 7.181.610 | 99% |
| Skenario 3 | 3 | 20 | 28 | 0 | Rp 7.208.819 | 99% |
| Skenario 4 | 1 | 21 | 29 | 2 | Rp 7.862.116 | 99% |
| Skenario 5 | 3 | 22 | 30 | 2 | Rp 7.322.070 | 99% |
| Skenario 6 | 1 | 23 | 31 | 0 | Rp 8.394.920 | 100% |
| Skenario 7 | 3 | 24 | 32 | 2 | Rp 8.133.952 | 99% |
| Skenario 8 | 1 | 25 | 33 | 1 | Rp 9.186.662 | 99% |
| Skenario 9 | 3 | 26 | 34 | 0 | Rp 8.828.962 | 100% |
| Skenario 10 | 1 | 27 | 35 | 7 | Rp 9.985.213 | 99% |
| Skenario 11 | 3 | 28 | 36 | 3 | Rp 9.355.863 | 99% |
| Skenario 12 | 1 | 29 | 37 | 4 | Rp 9.283.557 | 99% |
| Skenario 13 | 3 | 30 | 38 | 6 | Rp 10.016.689 | 99% |
| Skenario 14 | 1 | 31 | 39 | 4 | Rp 11.084.287 | 99% |
| Skenario 15 | 3 | 32 | 40 | 5 | Rp 10.683.650 | 99% |
| Skenario 16 | 1 | 33 | 41 | 0 | Rp 9.555.753 | 99% |

Tabel Perancangan Skenario *Periodic Review* (R,s,S) Material RG-3092.007

| Skenario | R | s | S | Stockout | Total Biaya Persediaan | Service Level |
|-----------------|---|----|----|----------|------------------------|---------------|
| Kondisi (R,s,S) | 2 | 35 | 77 | 0 | Rp 1.262.010 | 100% |
| Skenario 1 | 3 | 36 | 78 | 44 | Rp 1.228.059 | 98% |
| Skenario 2 | 1 | 37 | 79 | 0 | Rp 1.325.185 | 100% |
| Skenario 3 | 3 | 38 | 80 | 44 | Rp 1.361.529 | 97% |
| Skenario 4 | 1 | 39 | 81 | 13 | Rp 1.400.191 | 99% |
| Skenario 5 | 3 | 40 | 82 | 30 | Rp 1.276.207 | 98% |
| Skenario 6 | 1 | 41 | 83 | 6 | Rp 1.439.368 | 100% |
| Skenario 7 | 3 | 42 | 84 | 12 | Rp 1.428.447 | 98% |
| Skenario 8 | 1 | 43 | 85 | 3 | Rp 1.459.567 | 99% |
| Skenario 9 | 3 | 44 | 86 | 41 | Rp 1.381.828 | 98% |
| Skenario 10 | 1 | 45 | 87 | 14 | Rp 1.579.268 | 99% |
| Skenario 11 | 3 | 46 | 88 | 5 | Rp 1.522.454 | 99% |
| Skenario 12 | 1 | 47 | 89 | 3 | Rp 1.517.934 | 99% |
| Skenario 13 | 3 | 48 | 90 | 72 | Rp 1.643.645 | 97% |
| Skenario 14 | 1 | 49 | 91 | 12 | Rp 1.663.863 | 99% |
| Skenario 15 | 3 | 50 | 92 | 0 | Rp 1.596.400 | 100% |
| Skenario 16 | 1 | 51 | 93 | 6 | Rp 1.566.509 | 100% |

BIOGRAFI PENULIS



Maria Ulfa Permatasari lahir di Malang pada tanggal 25 Oktober 1997. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Pendidikan formal yang telah *ditempuh* oleh penulis antara lain SD Negeri Glanggang 02, SMP Negeri 4 Kepanjen, SMA Negeri 8 Pekanbaru, hingga ke jenjang sarjana di Departemen Teknik dan Sistem Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam beberapa kepanitiaan, organisasi luar kampus dan dalam kampus, *volunteer* serta penelitian.

Pada periode kepengurusan Swayanaka Regional Surabaya 2018-2019 penulis menjabat sebagai kepala divisi dana usaha. Dimana divisi dana usaha memiliki tanggung jawab terhadap pengumpulan dana. Dana yang terkumpul akan digunakan untuk menyongkong kegiatan-kegiatan bagi sekitar. Sebelum menjabat sebagai ketua divisi dana usaha penulis aktif dalam lembaga sosial masyarakat (LSM) dengan bergabung sebagai pengajar salah satu LSM yang ada di Surabaya yaitu Nera Academia pada tahun 2017 hingga saat ini. Kemudian penulis aktif organisasi di tingkat departemen sebagai Staff Departemen Sosial Masyarakat HMTI ITS periode 2017-2018. Selain itu penulis juga aktif dalam UKM Pramuka ITS pada tahun 2016-2017. Selain organisasi penulis aktif dalam kegiatan kemasyarakatan dimana penulis menjadi *volunteer* KM ITS for Lombok pada tahun 2018. Kegiatan ini merupakan kegiatan yang bertujuan membantu masyarakat terkena bencana khususnya dalam melakukan trauma *healing*. Pada waktu itu penulis berkesempatan untuk turut berpartisipasi dalam program ini. Kegiatan ini dilakukan di Desa Rempek Darussalam Lombok Utara. Selain itu penulis menjadi *volunteer* Kelas Tunas menyapa SD Kebonagung Bojonegoro. Penulis pernah melakukan kerja parktik di PT. Trans Pacific Petrochemical Indotama (TPPI) Tuban, khususnya di Departemen Pengadaan Barang dan Jasa (*Procurement*). Selain kerja parktik penulis juga melakukan magang di PG. Kebon Agung, khususnya di Departemen Pabrikasi dan Logistik. Jika ada pertanyaan lebih lanjut penulis dapat dihubungi melalui mariaulfaps25@gmail.com.