

TUGAS AKHIR - TI234835

**PENENTUAN STRATEGI DIVERSIFIKASI PEMASOK
DENGAN MEMPERTIMBANGKAN *SUPPLIER*
RELIABILITY MENGGUNAKAN SIMULASI MONTE
CARLO (Studi Kasus : Industri Alat Kesehatan)**

SALSABILAH PUTRI AMALIA

NRP 5010201167

Dosen Pembimbing

Rizki Revianto Putera, S.T., MT., Ph.D.

NIP 1990202011068

Program Studi Teknik Industri

Departemen Teknik Sistem dan Industri

Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2024

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



TUGAS AKHIR - TI234835

**PENENTUAN STRATEGI DIVERSIFIKASI PEMASOK
DENGAN MEMPERTIMBANGKAN *SUPPLIER*
RELIABILITY MENGGUNAKAN SIMULASI MONTE CARLO
(Studi Kasus : Industri Alat Kesehatan)**

SALSABILAH PUTRI AMALIA

NRP 5010201167

Dosen Pembimbing

Rizki Revianto Putera, S.T., MT., Ph.D.

NIP 1990202011068

Program Studi Teknik Industri

Departemen Teknik Sistem dan Industri

Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2024

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



FINAL PROJECT - TI234835

**DETERMINATION OF SUPPLIER DIVERSIFICATION
STRATEGY BY CONSIDERING *SUPPLIER RELIABILITY*
USING MONTE CARLO SIMULATION (Case Study :
Medical Equipment Industry)**

SALSABILAH PUTRI AMALIA

NRP 5010201167

Advisor

Rizki Revianto Putera, S.T., MT., Ph.D.

NIP 1990202011068

Study Program Industrial Engineering

Department of Industrial and Systems Engineering

Faculty of Industrial Technology and Systems Engineering

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2024

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN

PENENTUAN STRATEGI DIVERSIFIKASI PEMASOK DENGAN MEMPERTIMBANGKAN *SUPPLIER RELIABILITY* MENGGUNAKAN SIMULASI MONTE CARLO (Studi Kasus : Industri Alat Kesehatan)

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Teknik pada
Program Studi S-1 Teknik Industri
Departemen Teknik Sistem dan Industri
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh : **SALSABILAH PUTRI AMALIA**
NRP. 5010201167

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Rizki Revianto Putera, ST, MT., Ph.D.

Pembimbing

2. Dody Hartanto, S.T., M.T.

Penguji

3. Effi Latiffianti, S.T., M.Sc., Ph.D.

Penguji



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

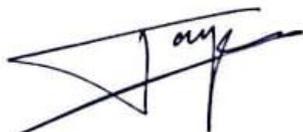
Nama mahasiswa / NRP : Salsabilah Putri Amalia / 5010201167
Program studi : Teknik Sistem dan Industri
Dosen Pembimbing / NIP : Rizki Revianto Putera, ST, MT., Ph.D. / 1990202011068

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “PENENTUAN STRATEGI DIVERSIFIKASI PEMASOK DENGAN MEMPERTIMBANGKAN *SUPPLIER RELIABILITY* MENGGUNAKAN SIMULASI MONTE CARLO (Studi Kasus : Industri Alat Kesehatan)” adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, 15 Juni 2024

Mengetahui
Dosen Pembimbing



Rizki Revianto Putera, ST, MT., Ph.D.
NIP. 1990202011068

Mahasiswa



Salsabilah Putri Amalia
NRP. 5010201167

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

ABSTRAK

PENENTUAN STRATEGI DIVERSIFIKASI PEMASOK DENGAN MEMPERTIMBANGKAN *SUPPLIER RELIABILITY* MENGGUNAKAN SIMULASI MONTE CARLO (Studi Kasus : Industri Alat Kesehatan)

Nama Mahasiswa / NRP : Salsabilah Putri Amalia / 5010201167
Departemen : Teknik Sistem dan Industri FTIRS – ITS
Dosen Pembimbing : Rizki Revianto Putera, S.T, MT., Ph.D.

Abstrak

Manajemen rantai pasok yang tanggap memerlukan strategi pengadaan yang efektif untuk mengatasi ketidakpastian pasokan. Strategi pengadaan akan berpengaruh terhadap jumlah persediaan bahan baku yang dimiliki oleh perusahaan. Strategi pengadaan yang tidak tanggap dapat menghambat proses aliran barang dan material dalam rantai pasokan. Hal tersebut disebabkan oleh adanya gangguan yang terjadi pada pasokan, meliputi pemasok yang tidak dapat memenuhi pesanan yang diberikan oleh perusahaan, masalah transportasi hingga bencana alam. Permasalahan tersebut menjadi hal yang serius bagi perusahaan yang hanya bergantung pada satu pemasok utama dalam memenuhi kebutuhan bahan bakunya. Akibat hal tersebut, tidak jarang perusahaan mengalami *stock-out* sehingga permintaan konsumen tidak dapat dilayani (*lost sales*) bahkan melakukan pembelian pada pemasok lain dengan harga yang lebih mahal. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menentukan strategi diversifikasi pemasok yang tepat untuk proses pengadaan bahan baku bagi perusahaan dengan mempertimbangkan keandalan dari pemasok. Strategi diversifikasi pemasok yang akan dibandingkan adalah *single supplier* dan *backup supplier*. Pemilihan strategi diversifikasi pemasok didasarkan pada biaya persediaan dan risiko yang dihadapi oleh perusahaan. Penelitian ini menggunakan metode Simulasi *Monte Carlo* untuk memprediksi biaya persediaan yang ditimbulkan berdasarkan parameter yang telah ditentukan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan diketahui bahwa untuk kondisi pemasok dengan keandalan yang rendah dengan penurunan nilai λ pada MTBF dan peningkatan nilai λ pada MTTR, *backup supplier* menjadi alternatif terbaik karena total biaya persediaan yang didapatkan sebesar Rp 1.506.622.555 dibandingkan dengan *single supplier* sebesar Rp 1.541.503.473,- dengan penurunan total biaya persediaan sebesar 2,26%. Selain itu, pemilihan strategi diversifikasi pemasok lebih sensitif terhadap perubahan MTTR dibandingkan dengan MTBF. MTTR dengan penurunan sebesar 25% dari kondisi eksisting dapat mengubah keputusan perusahaan untuk tetap berada pada strategi *single supplier*. Hal tersebut selaras dengan analisis sensitivitas yang menunjukkan bahwa *Mean Time Between Failure* (MTBF), *Mean Time to Restore* (MTTR) dan biaya kapasitas reservasi adalah variabel yang mempengaruhi pada total biaya persediaan dan tingkat keandalan dari pemasok utama.

Kata kunci: *Backup Supplier*, Gangguan Pemasok, Keandalan Pemasok, Simulasi *Monte Carlo*.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

ABSTRACT

DETERMINING *SUPPLIER* DIVERSIFICATION STRATEGIES BY CONSIDERING *SUPPLIER RELIABILITY* USING MONTE CARLO SIMULATION (Case Study: Medical Equipment Industry)

Student Name / NRP : Salsabilah Putri Amalia / 5010201167
Department : Teknik Sistem dan Industri FTIRS - ITS
Advisor : Rizki Revianto Putera, S.T., M.T., Ph.D.

Abstract

Responsive supply chain management requires an effective procurement strategy to address supply uncertainties. The procurement strategy will affect the amount of raw material inventory held by the company. An unresponsive procurement strategy can hinder the flow of goods and materials in the supply chain. This is due to disruptions in supply, including suppliers who cannot fulfill orders given by the company, transportation issues, and natural disasters. These problems become serious for companies that rely on a single main supplier to meet their raw material needs. As a result, it is not uncommon for companies to experience stock-outs, leading to unmet consumer demand (lost sales), and even purchasing from other suppliers at higher prices. Based on these issues, this study aims to determine the appropriate supplier diversification strategy for the raw material procurement process for companies, considering the reliability of suppliers. The supplier diversification strategies compared are single supplier and backup supplier. The selection of the supplier diversification strategy is based on inventory costs and the risks faced by the company. This study uses the Monte Carlo Simulation method to predict the inventory costs incurred based on predetermined parameters. Based on the research conducted, it was found that for conditions with low supplier reliability, with a decrease in the lambda value of MTBF and an increase in the lambda value of MTTR, the backup supplier becomes the best alternative because the total inventory cost obtained is Rp 1,506,622,555 compared to the single supplier's Rp 1,541,503,473, resulting in a 2.26% reduction in total inventory cost. Furthermore, the choice of supplier diversification strategy is more sensitive to changes in MTTR compared to MTBF. A 25% reduction in MTTR from existing conditions can change the company's decision to remain with the single supplier strategy. This aligns with the sensitivity analysis showing that Mean Time Between Failure (MTBF), Mean Time to Restore (MTTR), and reservation capacity costs are variables that affect the total inventory cost and the reliability level of the main supplier.

Keywords: *Backup Supplier, Supplier Disruption, Supplier Reliability, Monte Carlo Simulation.*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. yang selalu memberikan rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir dengan judul “Penentuan Strategi Diversifikasi dengan Mempertimbangkan Supplier Reliability Menggunakan Simulasi Monte Carlo (Studi Kasus : Industri Alat Kesehatan)” dengan tepat waktu. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik di program studi S-1 Teknik Sistem dan Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Dalam penyusunan penelitian tugas akhir ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat dalam memberikan dukungan dan masukan secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Rizki Revianto Putera, S.T., M.T., Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan saran selama proses penyusunan penelitian tugas akhir ini sejak perumusan ide hingga penyelesaian tugas akhir.
2. Bapak Prof. Dr.Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah, M.Eng., CSCP, CLTD, Bapak Dody Hartanto, S.T., M.T., dan Ibu Effi Latiffianti, S.T., M.Sc., Ph.D., sebagai dosen penguji pada seminar proposal dan sidang tugas akhir yang telah memberikan arahan dan masukan yang membangun bagi penulis dalam penyusunan laporan tugas akhir.
3. Bapak Nurhadi Siswanto, S.T., MSIE., Ph.D., selaku Kepala Departemen Teknik Sistem dan Industri, serta seluruh dosen dan staf Departemen Teknik Sistem dan Industri, yang telah membantu dan membimbing penulis selama menuntut ilmu serta menjadi mahasiswa di Departemen Teknik Sistem dan Industri.
4. Bapak Ponco Drupodo dan Almh. Ibu Mu’amalah, selaku orang tua dari penulis yang telah memberikan segala dukungan, semangat, perhatian dan doa dalam segala aspek hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Seluruh keluarga besar yang telah membantu memberikan dukungan dalam bentuk materiel maupun non materiel sehingga penulis dapat tetap melanjutkan pendidikan hingga ke jenjang sarjana ini.
6. Sahabat penulis (Mamad), teman-teman grup friendship till jannah (Asti, Daffa, Qohar, Devi, Nurul), sahabat seperjuangan (Anis, Diva, Nadya, Puti, Talitha, Helda), teman-teman magang MSIB 6 IMS (Jul, Wahono, Aji) dan seluruh teman-teman Vidyagatara TI-36 yang senantiasa membantu, mendukung, menyemangati dan memberikan motivasi kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Seluruh pihak yang terlibat dan telah membantu penulis selama proses penyusunan tugas akhir yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak demi perbaikan dan pengembangan di masa mendatang. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di bidang Teknik Industri, serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Surabaya, 29 Juni 2024

Salsabilah Putri Amalia

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

COVER.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	vii
PERNYATAAN ORISINALITAS	ix
ABSTRAK.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Manfaat.....	5
1.5 Batasan Masalah	6
1.5.1 Batasan.....	6
1.5.2 Asumsi.....	6
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Hasil Penelitian Terdahulu	9
2.2 Pengadaan.....	14
2.3 Persediaan.....	14
2.3.1 Komponen Biaya Persediaan.....	15
2.4 <i>Economic Order Quantity</i> (EOQ).....	17
2.5 Strategi Diversifikasi Pemasok.....	17
2.5.1. Single Supplier	18
2.5.2. Backup Supplier	18
2.6 <i>Supplier Reliability</i>	18
2.7 Simulasi <i>Monte Carlo</i>	19
BAB III METODOLOGI.....	23
3.1 Pengumpulan Data.....	24
3.2 Pengolahan Data.....	25
3.3.1 Identifikasi Total Biaya	25
3.3.2 Perhitungan <i>Economic Order Quantity</i> (EOQ)	26
3.3.3 Pembuatan Random Number Variabel	27
3.3.4 Simulasi Monte Carlo.....	28
3.3.5 Analisis Sensitivitas.....	28
3.3 Perbandingan Skenario dengan Kondisi Eksisting.....	28
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	29
4.1 Pengumpulan Data.....	29
4.1.1 Data Historis Pengadaan Bahan Baku Kasa	29
4.1.2 List Pemasok dan Harga Pembelian Bahan Baku Kasa	29
4.1.3 Komponen Biaya Persediaan.....	30
4.2 Pengolahan Data.....	32
4.2.1 Perhitungan <i>Economic Order Quantity</i>	32

4.2.2	Generate Random Number Variable.....	34
4.2.3	Simulasi Monte Carlo	36
4.2.4	Analisis Sensitivitas	42
BAB V ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA.....		45
5.1	Analisis Perbandingan Total Biaya Persediaan <i>Single Supplier</i> dan <i>Backup Supplier</i>	45
5.2	Analisis Tingkat Keandalan Pemasok Utama.....	47
5.3	Analisis Sensitivitas	48
5.3.1	Analisis Sensitivitas Berdasarkan Variabel Mean Time Between Failure (MTBF)	48
5.3.2	Analisis Sensitivitas Berdasarkan Variabel Mean Time To Restore (MTTR)	53
5.3.3	Analisis Sensitivitas Berdasarkan Variabel Biaya Kapasitas Reservasi.....	57
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		61
6.1	Kesimpulan	61
6.2	Saran	62
DAFTAR PUSTAKA		63
LAMPIRAN.....		65
BIODATA PENULIS		89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Proses Pengadaan.....	1
Gambar 1. 2 Persentase Gangguan Pasokan yang Dialami PT X	4
Gambar 2. 1 Pedoman Komposisi Perhitungan Holding Cost	16
Gambar 2. 2 Perilaku Persediaan.....	17
Gambar 2. 3 Proses Simulasi Monte Carlo.....	20
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian.....	23
Gambar 3. 2 Flowchart Penelitian (Lanjutan)	24
Gambar 3. 3 Kondisi Pertama Pemasok Mengalami Gangguan	25
Gambar 3. 4 Kondisi Kedua Pemasok Mengalami Gangguan	25
Gambar 3. 5 Penentuan EOQ untuk Backup Supplier.....	27
Gambar 4. 1 Generate Random Number MTBF di Minitab.....	35
Gambar 4. 2 Generate Random Number MTTR di Minitab	35
Gambar 4. 3 Model Simulasi Monte Carlo.....	37
Gambar 5. 1 Grafik Perbandingan Komponen Biaya Persediaan (Reorder Cost dan Holding Cost) pada Uji Sensitivitas MTBF.....	49
Gambar 5. 2 Grafik Perbandingan Komponen Biaya Persediaan (Shortage Cost Single dan Backup supplier) pada Uji Sensitivitas MTBF.....	50
Gambar 5. 3 Grafik Perbandingan Total Biaya Persediaan untuk Strategi Diversifikasi Pemasok pada Uji Sensitivitas MTBF	51
Gambar 5. 4 Grafik Perbandingan Tingkat Keandalan Pemasok Utama pada Uji Sensitivitas MTBF	52
Gambar 5. 5 Grafik Perbandingan Komponen Biaya Persediaan (Reorder Cost dan Holding Cost) pada Uji Sensitivitas MTTR	53
Gambar 5. 6 Grafik Perbandingan Komponen Biaya Persediaan (Shortage Cost Single dan Backup supplier) pada Uji Sensitivitas MTTR.....	54
Gambar 5. 7 Grafik Perbandingan Total Biaya Persediaan untuk Strategi Diversifikasi Pemasok pada Uji Sensitivitas MTTR	55
Gambar 5. 8 Grafik Perbandingan Tingkat Keandalan Pemasok Utama pada Uji Sensitivitas MTTR.....	56
Gambar 5. 9 Grafik Perbandingan Shortage Cost pada Uji Sensitivitas Biaya Kapasitas Reservasi.....	57
Gambar 5. 10 Grafik Perbandingan Total Biaya Persediaan pada Uji Sensitivitas Biaya Kapasitas Reservasi	58

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hasil Penelitian Terdahulu	10
Tabel 3. 1 Notasi dan Keterangan dari Rumus Matematis Total Biaya Persediaan.....	26
Tabel 4. 1 Data Historis Pengadaan Bahan Baku Kasa.....	29
Tabel 4. 2 List Pemasok dan Harga Bahan Baku Kasa	30
Tabel 4. 3 Data Komponen Reorder Cost.....	30
Tabel 4. 4 Data Komponen Cost of Capital.....	31
Tabel 4. 5 Data Komponen Storage Cost	31
Tabel 4. 6 Data Komponen Risk Cost	31
Tabel 4. 7 Perhitungan Holding Cost	31
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Holding Cost untuk Masing-Masing Pemasok.....	31
Tabel 4. 9 Iterasi Penentuan EOQ Reservasi.....	33
Tabel 4. 10 Hasil Generate Random Number untuk MTBF dan MTTR.....	35
Tabel 4. 11 Waktu Breakdown dan Waktu Pulih Pemasok.....	36
Tabel 4. 12 Hasil Simulasi Monte Carlo	39
Tabel 4. 13 Hasil Analisis Sensitivitas MTBF untuk Komponen Biaya Persediaan.....	42
Tabel 4. 14 Hasil Analisis Sensitivitas MTBF untuk Total Biaya Persediaan	42
Tabel 4. 15 Hasil Analisis Sensitivitas MTBF untuk Tingkat Keandalan Pemasok	42
Tabel 4. 16 Hasil Analisis Sensitivitas MTTR untuk Komponen Biaya Persediaan	42
Tabel 4. 17 Hasil Analisis Sensitivitas MTTR untuk Total Biaya Persediaan.....	43
Tabel 4. 18 Hasil Analisis Sensitivitas MTTR untuk Tingkat Keandalan Pemasok.....	43
Tabel 4. 19 Analisis Sensitivitas Biaya Kapasitas Reservasi	43
Tabel 5. 1 Perbandingan Komponen Biaya Persediaan untuk Strategi Diversifikasi Pemasok.....	45
Tabel 5. 2 Tingkat Keandalan Pemasok Utama	47

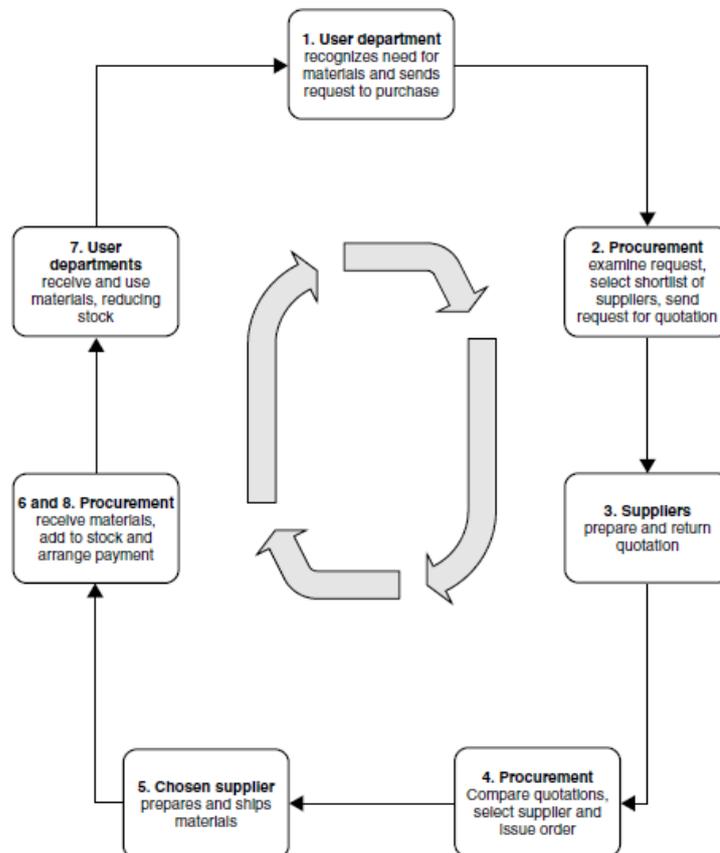
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai latar belakang dari penelitian tugas akhir, rumusan masalah, tujuan, manfaat, ruang lingkup dalam pengerjaan tugas akhir yang mencakup batasan dan asumsi, serta sistematika laporan dalam penyusunan tugas akhir

1.1 Latar Belakang

Pengadaan merupakan salah satu aspek yang penting untuk menghasilkan manajemen rantai pasok yang efektif sehingga dapat mengatasi ketidakpastian pasokan dan permintaan. Pengadaan timbul akibat kebutuhan material dan layanan yang dialami oleh suatu perusahaan. Pengadaan bertanggung jawab untuk dapat memenuhi dan memperoleh semua material dan layanan yang dibutuhkan oleh perusahaan. Tidak hanya itu, pengadaan juga bertujuan untuk menjadi jembatan antara departemen terkait untuk memahami kebutuhan mereka, menegosiasikan harga dan kondisi yang baik, menjaga stok tetap pada level tertentu dengan mempertimbangkan kebijakan inventaris dan kapasitas gudang, serta menemukan pemasok yang tepat sehingga dapat bekerja sama dan mengembangkan hubungan yang menguntungkan dengan mereka (Waters, 2023). Aktivitas yang terjadi dalam proses pengadaan cukup banyak, dimulai dari mengetahui kebutuhan material ataupun jasa dari departemen terkait hingga material ataupun jasa yang dibutuhkan dapat dipenuhi. Gambar 1.1 menunjukkan proses pengadaan yang terjadi pada suatu perusahaan.



Gambar 1. 1 Proses Pengadaan
Sumber : (Waters, 2023)

Berdasarkan pengadaan di atas, dapat dikatakan bahwa proses pengadaan mempunyai peranan yang penting untuk membentuk hubungan antar organisasi dalam rantai pasokan dan memberikan mekanisme untuk mengkoordinasikan aliran material antara konsumen dengan pemasok, dimana dalam proses pengadaan memberikan gambaran apa yang diinginkan oleh konsumen kepada pemasok dan menyatakan ketersediaan yang ada pada pemasok kepada konsumen terkait. Pengadaan ini tidak hanya penting, namun juga bertanggung jawab atas banyak biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan, dimana berdasarkan penelitian didapatkan bahwa 60% biaya yang dikeluarkan perusahaan pada umumnya dihabiskan untuk melakukan pembelian terhadap bahan baku (Waters, 2023). Dibutuhkannya strategi pengadaan yang tepat untuk dapat mengoptimalkan jumlah ketersediaan bahan baku yang dimiliki oleh perusahaan.

Strategi pengadaan yang efektif akan menghasilkan prospek kerja sama jangka panjang dengan pemasok akan menjadi lebih baik, perusahaan akan dapat menyediakan bahan baku secara optimal, menjamin kualitas dari bahan baku tersebut, memiliki waktu *delivery* yang singkat, pemasok dapat diandalkan dalam berbagai kondisi sehingga perusahaan akan selali tanggap terhadap kebutuhan konsumen. Akan tetapi, mewujudkan strategi pengadaan yang efektif bukanlah hal yang mudah. Banyak gangguan yang dapat terjadi dalam proses pengadaan, mulai dari gangguan dalam rantai pasokan hingga pada pemasok itu sendiri. Gangguan pada rantai pasokan secara garis besar dapat dikategorikan menjadi tiga kategori, di antaranya (i) pada bagian permintaan: terjadinya penurunan atau peningkatan pesanan oleh konsumen secara tiba-tiba, (ii) pada bagian pasokan: terjadi ketika pemasok tidak dapat memenuhi pesanan yang dibutuhkan oleh perusahaan dan (iii) risiko lainnya yang mencakup perubahan tak terduga dalam biaya pembelian, nilai tukar mata uang, suku bunga dan lain sebagainya (Chakraborty, Chauhan, & Ouhimmou, 2019). Gangguan pada bagian pasokan menjadi kondisi yang sering terjadi dalam suatu perusahaan. Gangguan terhadap pasokan yang terjadi di pemasok dapat menghambat proses aliran barang dan material dalam rantai pasokan yang berdampak pada rantai pasokan hulu dan hilir, dimana akan terjadi terhentinya daya produksi hingga hilangnya nilai pasar perusahaan. Gangguan pasokan dapat terjadi karena berbagai alasan, mulai dari masalah transportasi, kegagalan peralatan, hingga rusaknya fasilitas yang membuat pemasok tidak dapat memenuhi kebutuhan bahan baku dari suatu perusahaan (Chen, Zhao, & Zhuo, 2012).

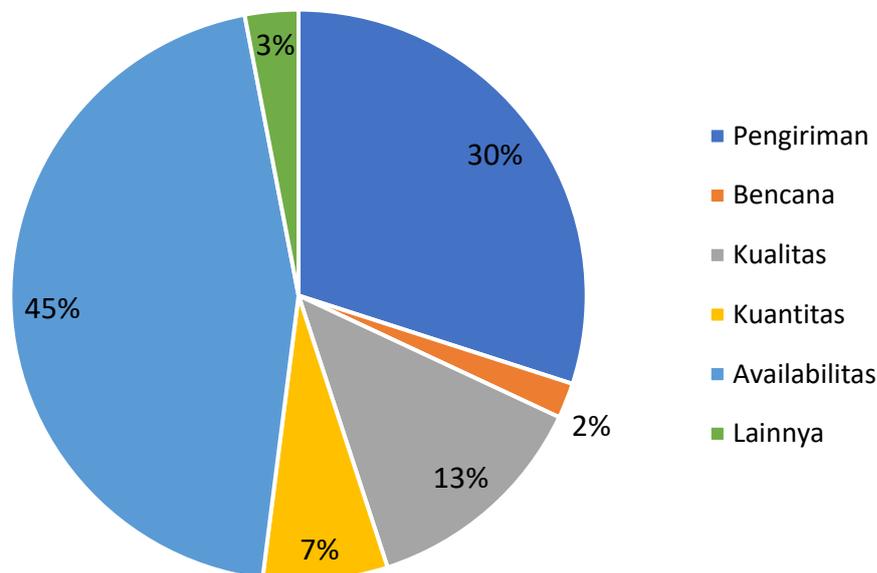
Gangguan pasokan yang terjadi pada pemasok akan mempengaruhi keandalan pemasok. Keandalan pemasok didefinisikan sebagai kemampuan pemasok secara konsisten untuk dapat memenuhi permintaan dari perusahaan pemesan berdasarkan aspek yang penting. Aspek yang dipertimbangkan dalam keandalan pemasok meliputi pengiriman yang tepat waktu, kualitas yang dapat diterima, kuantitas yang tepat dan lain sebagainya (Walton & Maruchek, 1997). Dengan terjadinya berbagai gangguan tersebut, keandalan pemasok mengalami penurunan yang menyebabkan perusahaan pemesan kemungkinan akan memutuskan kontrak kerja sama. Di sisi lain, keandalan pemasok yang rendah juga mempengaruhi performansi perusahaan dalam memenuhi kebutuhan dari konsumen. Berbagai gangguan dalam pasokan dapat dimitigasi dengan cara melakukan strategi diversifikasi pemasok. Dalam strategi diversifikasi pemasok tersebut akan mempertimbangkan keandalan pemasok untuk dapat menentukan strategi yang tepat bagi perusahaan.

Strategi diversifikasi pemasok merupakan pendekatan yang efektif untuk dapat memitigasi potensi risiko pada gangguan pasokan karena pada pendekatan tersebut dapat meningkatkan daya tanggap perusahaan terhadap kondisi yang terjadi dan mengurangi risiko kehilangan nilai pasar perusahaan akibat terganggunya pasokan bahan baku. Strategi diversifikasi pemasok adalah proses penggunaan beberapa pemasok yang berbeda untuk memenuhi kebutuhan bahan baku suatu perusahaan. Strategi diversifikasi pemasok yang

biasanya dilakukan berupa proses pengadaan yang dilakukan dengan mempekerjakan pemasok tambahan yang akan selalu sedia jika terjadi gangguan pada rantai pasokan atau biasa disebut sebagai *backup supplier* (Chen, Zhao, & Zhuo, 2012). Strategi diversifikasi pemasok mempunyai tujuan tidak hanya memitigasi risiko gangguan pada pemasok, tetapi juga mengurangi risiko ketergantungan pada satu pemasok, meningkatkan daya tawar dalam hal negosiasi harga dan kontrak, serta mengurangi risiko monopoli. Strategi diversifikasi pemasok umumnya digunakan untuk perusahaan-perusahaan yang membutuhkan urgensi yang tinggi dalam pemenuhannya, di antaranya perusahaan penerbangan, perusahaan alat kesehatan dan lain sebagainya.

Sebagai salah satu perusahaan alat kesehatan, PT X merupakan contoh nyata perusahaan yang selalu berusaha untuk dapat tanggap terhadap kebutuhan dari konsumennya, tetapi dalam proses pemenuhan tersebut PT X sering mengalami gangguan pasokan. Padahal produk yang dijual oleh PT X memiliki urgensi yang cukup tinggi dan dengan pemakaian yang secara berulang di bidang kesehatan, khususnya pada rumah sakit dan klinik. PT X merupakan perusahaan manufaktur alat kesehatan yang terletak di Kota Surabaya. Pola penjualan yang dilakukan oleh PT X ini adalah pola B2B atau *Business to Business*, dimana target pasarnya terdiri dari beberapa distributor toko *retail*. PT X memenuhi segala kebutuhan konsumennya tidak secara langsung, akan tetapi melalui distributor-distributor yang telah bekerja sama dengan perusahaan. Hal tersebut dilakukan untuk mengurangi biaya transportasi dalam pengiriman produk karena PT X tidak memiliki toko *retail* untuk menjual produknya. Saat ini, PT X menjual 50 SKU yang dibagi dalam beberapa kategori utama, di antaranya kapas pembalut, kapas berlemak, kapas bola, kasa hidrofili steril, kasa pembalut hidrofili, kasa pembalut cepat steril, kasa kompres steril, siku kain pembalut dan masker. Dari semua produk tersebut, yang menjadi produk unggulan dari PT X adalah kasa hidrofili steril karena berdaya serap tinggi, bahan katun berkualitas dan tidak berpendar sehingga tidak menyebabkan iritasi. Produk tersebut memiliki penjualan yang tinggi dibandingkan dengan produk lainnya yang dimiliki PT X. Sehingga PT X berusaha untuk selalu memenuhi kebutuhan dari produk kasa hidrofili steril. Bahan baku utama dari produk tersebut adalah kasa. Bahan baku tersebut menjadi sangat penting dalam proses produksi, apabila bahan baku tersebut tidak ada maka produk tidak dapat diproduksi. Proses pengadaan bahan baku PT X khususnya kasa dilakukan setelah stok yang berada di gudang menipis. Proses pengadaan yang dilakukan belum mempertimbangkan aspek-aspek keandalan dari pemasoknya sehingga sering kali terjadi gangguan dalam proses pasokan. Gangguan yang sering dialami oleh PT X digambarkan pada diagram sebagai berikut.

Persentase Gangguan Pasokan yang Dialami PT X Pada Bulan Januari - Desember 2023



Gambar 1. 2 Persentase Gangguan Pasokan yang Dialami PT X

Berdasarkan diagram di atas, gangguan pasokan yang sering dialami oleh PT X adalah availabilitas, dimana beberapa kali pemasok tidak dapat memenuhi kebutuhan PT X. Gangguan pasokan yang memiliki persentase tertinggi kedua adalah pengiriman bahan baku dari pemasok ke perusahaan. Keterlambatan pengiriman ini terjadi karena masalah logistik yang dialami oleh pemasok, di antaranya kemacetan lalu lintas, masalah cuaca dan tidak tersedianya fasilitas untuk melakukan pengiriman. Gangguan-gangguan tersebut terjadi pada pemasok utama yang dimiliki oleh PT X. Kedua gangguan pasokan tersebut mempengaruhi operasional PT X dan menyebabkan munculnya permasalahan pada proses bisnis dari PT X. PT X tidak dapat memenuhi kebutuhan dari konsumen sehingga terjadi *lost sales* pada beberapa bulan untuk konsumen yang tidak bersedia menunggu. Sedangkan untuk konsumen yang bersedia menunggu akan terjadi keterlambatan dalam pengiriman dan pembayaran denda kepada konsumen. Permasalahan yang timbul tersebut diakibatkan PT X memiliki ketergantungan yang tinggi terhadap pemasok utama tersebut. PT X akan menghubungi pemasok lain, setelah mendapatkan konfirmasi bahwa pemasok utama tidak dapat memenuhinya. Pada kondisi tersebut PT X akan cepat menghubungi pemasok lain yang dapat memenuhi dengan harga yang lebih mahal. Peningkatan harga pada pemenuhan kebutuhan bahan baku kasa tersebut akan menyebabkan peningkatan pada biaya persediaan dan harga jual dari produk. Risiko yang ditanggung oleh PT X tidak hanya pada biaya yang lebih tinggi tetapi juga pada reputasinya dalam memenuhi kebutuhan konsumen. Produk kasa hidrofил steril ini termasuk barang yang memiliki urgensi dan pemakaian yang tinggi bagi konsumen, sehingga mereka membutuhkan produk tersebut dapat selalu tersedia dan PT X harus berusaha untuk selalu memenuhi permintaan dari konsumennya. Oleh sebab itu, adanya permasalahan dalam proses pengadaan bahan baku yang diakibatkan oleh gangguan yang terjadi pada pemasok utama PT X akan berdampak pada pemenuhan permintaan konsumen dan peningkatan biaya persediaan. Permasalahan terkait gangguan pasokan yang berdampak pada proses bisnis perusahaan tidak hanya terjadi pada PT X, tetapi juga sering kali terjadi pada perusahaan-perusahaan lain yang

pasokan bahan bakunya hanya bergantung pada satu pemasok utama dengan keandalan pemasok yang rendah.

Berdasarkan pemaparan permasalahan di atas, fokus dari penelitian ini adalah menentukan strategi diversifikasi pemasok yang tepat untuk proses pengadaan bahan baku. Penentuan strategi tersebut dilakukan dalam bentuk pengembangan model dengan studi kasus perusahaan alat kesehatan. Hasil dari model tersebut dapat digunakan sebagai dasar dalam penentuan strategi diversifikasi pemasok yang tepat bagi perusahaan yang dapat meminimalkan biaya persediaannya dan mempertimbangkan tingkat keandalan pemasok. Pilihan strategi yang akan dipertimbangkan adalah *backup supplier*. *Backup supplier* adalah penggunaan pemasok apabila pemasok utama tidak dapat memenuhi permintaan dengan adanya kerja sama atau kontrak mengikat antara pemasok dan perusahaan. Penelitian ini akan menggunakan metode Simulasi *Monte Carlo*. Simulasi ini akan digunakan untuk memprediksi biaya persediaan yang akan ditimbulkan berdasarkan parameter-parameter yang telah ditentukan, mulai dari waktu *breakdown* dan pulih pemasok, komponen biaya dan lain sebagainya. Hasil dari penelitian ini akan dapat diketahui jumlah pesanan bahan baku berdasarkan *Economic Order Quantity* (EOQ) dengan pendekatan *continous review*, analisis perbandingan total biaya persediaan antara strategi diversifikasi pemasok untuk *single* dan *backup supplier*, analisis pengaruh tingkat keandalan pemasok utama terhadap strategi diversifikasi pemasok. Berdasarkan informasi ini, penulisan penelitian diharapkan dapat bermanfaat bagi perusahaan dengan kondisi yang sama dapat memperbaiki proses bisnisnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan pada sub bab sebelumnya, maka rumusan masalah yang akan diselesaikan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana strategi diversifikasi pemasok dalam pengadaan bahan baku yang optimal sehingga dapat menurunkan biaya persediaan bahan baku pada perusahaan?
2. Bagaimana perbandingan total biaya persediaan bahan baku pada strategi diversifikasi pemasok?
3. Bagaimana pengaruh tingkat keandalan pemasok utama terhadap strategi diversifikasi pemasok?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang dijelaskan sebelumnya, adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis strategi diversifikasi pemasok yang paling optimal untuk proses pengadaan bahan baku.
2. Membandingkan biaya persediaan proses pengadaan bahan baku pada strategi diversifikasi pemasok.
3. Menganalisis pengaruh tingkat keandalan pemasok utama terhadap strategi diversifikasi pemasok.

1.4 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Hasil penelitian dapat menjadi dasar penentuan strategi pengadaan yang tepat bagi perusahaan dengan mempertimbangkan keandalan pemasok.
2. Hasil penelitian terhadap model strategi diversifikasi pemasok untuk *single* dan *backup supplier* dapat menjadi rekomendasi bagi perusahaan dalam memperhitungkan total biaya persediaan yang harus ditanggung untuk setiap strategi.

1.5 Batasan Masalah

Dalam melakukan penelitian, penulis menetapkan batasan dan asumsi sebagai berikut.

1.5.1 Batasan

Batasan dalam penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Hanya terdapat satu pemasok utama dan satu pemasok pendukung (pada model *backup supplier*) pada penelitian yang dilakukan.

1.5.2 Asumsi

Asumsi dalam penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Biaya komponen yang berkaitan dengan biaya persediaan bersifat deterministik.
2. *Lead time* untuk masing-masing *supplier* diasumsikan instan.
3. Permintaan diasumsikan bersifat konstan dan deterministik.
4. Pemasok utama rentan terhadap gangguan dengan parameter yang probabilistik, sedangkan pemasok pendukung 100% dapat diandalkan.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan penelitian tugas akhir ini terdiri dari enam bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Pada Bab Pendahuluan ini dijelaskan mengenai hal-hal yang menjadi dasar dalam melakukan penelitian serta identifikasi masalah penelitian yang meliputi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian yang berisi batasan dan asumsi, serta sistematika penulisan yang dituliskan dalam laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada Bab Tinjauan Pustaka ini dijelaskan mengenai ulasan teori atau landasan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir yang dilakukan, yaitu berupa studi literatur yang diperoleh dari referensi sehingga membantu peneliti dalam menentukan metode yang sesuai untuk diterapkan dalam menyelesaikan permasalahan yang dihadapi.

BAB III METODOLOGI

Pada Bab Metodologi ini dijelaskan secara detail mengenai tahapan-tahapan yang dilakukan dalam melakukan penelitian tugas akhir. Metodologi penelitian ini menggambarkan alur pelaksanaan penelitian dan kerangka berpikir yang digunakan peneliti selama pelaksanaan penelitian. Metodologi penelitian ini meliputi beberapa tahap yaitu identifikasi dan perumusan masalah, pengumpulan dan pengolahan data, analisis dan pembahasan, dan yang terakhir adalah penarikan kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada Bab Pengumpulan dan Pengolahan Data ini akan dijelaskan secara sistematis terkait dengan metode pengumpulan dan pengolahan data yang dilakukan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan di awal.

BAB V ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Pada Bab Analisis dan Interpretasi data ini akan dilakukan analisis dan interpretasi terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Analisis dan

interpretasi data akan dilakukan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai dari pelaksanaan penelitian tugas akhir ini.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada Bab Kesimpulan dan Saran ini akan dilakukan penarikan kesimpulan dari hasil pelaksanaan penelitian tugas akhir sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai serta saran-saran yang dapat diberikan untuk perbaikan penelitian selanjutnya

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dibahas mengenai hasil penelitian terdahulu dan landasan teori yang akan menjadi dasaran dalam penyelesaian penelitian tugas akhir. Landasan teori yang digunakan didapatkan dari beberapa sumber, mulai dari buku, jurnal hingga studi penelitian terdahulu yang berkaitan dengan permasalahan yang dibahas. Landasan teori yang akan dibahas mencakup pengadaan, persediaan yang terdiri dari komponen biaya persediaan, *Economic Order Quantity* (EOQ), strategi diversifikasi pemasok mencakup *single* dan *backup supplier*, *supplier reliability*, hingga metode yang digunakan yaitu simulasi *monte carlo*.

2.1 Hasil Penelitian Terdahulu

Berikut ini merupakan beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian Tugas Akhir ini. Berdasarkan tabel 2.1, diketahui bahwa strategi diversifikasi pemasok telah banyak digunakan dalam berbagai perusahaan untuk memitigasi gangguan pasokan yang terjadi. Strategi diversifikasi pemasok ini memiliki keuntungan untuk mengurangi biaya persediaan yang ditimbulkan akibat adanya gangguan pasokan, tidak hanya itu strategi diversifikasi ini juga dapat menilai sejauh mana pemasok yang telah bekerja sama dengan perusahaan memiliki keandalan yang baik. Pada penelitian terdahulu, beberapa peneliti melakukan analisa mengenai strategi diversifikasi untuk strategi *single supplier* dan *backup supplier*. Untuk setiap penelitian yang dilakukan hanya membandingkan *single supplier* dengan *backup supplier* tanpa mempertimbangkan *supplier reliability*. Selain itu, kondisi yang diambil dalam pertimbangan *backup supplier* untuk masing-masing penelitian memiliki perbedaan dan kondisi tertentu. Akan tetapi, fokus dalam analisisnya tetap sama dimana analisis *backup supplier* dilakukan pada kondisi pasokan utama tidak dapat diandalkan untuk melakukan pemenuhan kebutuhan dan pasokan pendukung dapat memenuhinya berdasarkan kapasitas yang telah di reservasi sebelumnya. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya bahwa analisis yang dilakukan dalam menentukan strategi yang optimal mengenai diversifikasi pemasok belum mempertimbangkan keandalan yang dimiliki oleh pemasok, penelitian terdahulu hanya memperhitungkan risiko gangguan yang terjadi dengan kondisi *single supplier*. Untuk metode yang digunakan pada penelitian terdahulu, meliputi *multi-stage stochastic programming*, *nonlinear programming*, *game-theory* dan lain sebagainya. Berdasarkan hasil review jurnal yang telah dilakukan pada tabel 2.1, belum terdapat penelitian yang membandingkan strategi diversifikasi pemasok antara *single supplier* dan *backup supplier* yang mempertimbangkan keandalan pemasok dalam menentukan strategi diversifikasi yang tepat bagi perusahaan. Oleh sebab itu, penelitian ini diharapkan dapat merepresentasikan implementasi riil pada pemilihan strategi diversifikasi pemasok yang tepat bagi perusahaan.

Tabel 2. 1 Hasil Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul	Tahun	Objek	Tujuan	Metode	Hasil
1.	(Burke, Carrilo, & Vakharia, 2009)	<i>Sourcing Decisions with Stochastic Supplier reliability and Stochastic Demand</i>	2009	Skenario hipotetis dan contoh numerik untuk menggambarkan dampak berbagai parameter terhadap strategi pengadaan	Menganalisis keputusan pemilihan pemasok dan alokasi pesanan yang optimal oleh perusahaan pembeli pada kondisi ketidakpastian hulu (<i>supply</i>) dan hilir (<i>demand</i>).	Kombinasi pemodelan teoritis, analisis struktural, analisis sensitivitas, dan simulasi numerik	<ol style="list-style-type: none"> 1. Studi ini menemukan bahwa pengadaan dari satu pemasok merupakan strategi optimal dalam lingkungan yang ditandai dengan tingkat ketidakpastian permintaan yang tinggi atau nilai sisa yang tinggi. 2. Studi ini menyoroti bahwa biaya merupakan faktor kunci dalam keputusan pemilihan pemasok, terutama ketika semua pemasok yang telah memenuhi syarat memiliki biaya yang setara. 3. Penelitian ini memberikan wawasan dalam menentukan jumlah pasti pemasok yang menerima pesanan dan jumlah unit yang dipesan dari setiap pemasok.

No	Nama Peneliti	Judul	Tahun	Objek	Tujuan	Metode	Hasil
2.	(Yang, Aydin, Babich, & Beil, 2012)	<i>Using a Dual-Sourcing Option in the Presence of Asymmetric Information About Supplier reliability: Competition vs. Diversification</i>	2012	Berfokus pada pemodelan dan analisis teoritis	Menganalisis strategi pengadaan yang optimal bagi pembeli, dengan mempertimbangkan <i>trade-off</i> antara persaingan dan manfaat diversifikasi dengan adanya informasi asimetris.	<i>Theoretical Modeling, Mechanism Design Theory dan Contract Design Analysis</i>	Studi ini menekankan pentingnya informasi asimetris tentang keandalan pemasok dalam membentuk keputusan pengadaan yang optimal bagi pembeli dan menggunakan teori desain mekanisme untuk menganalisis bagaimana pembeli dapat secara optimal menerapkan opsi sumber ganda mereka di hadapan informasi asimetris.
3.	(Hou & Sun, 2016)	<i>Backup Sourcing Decisions for Coping with Supply Disruptions under Long-Term Horizons</i>	2016	Kerangka teoritis dan model untuk menganalisis keputusan pengadaan cadangan dan pengujian dampak berbagai faktor	Membandingkan dan menganalisis efektivitas metode pengadaan yang berbeda, di antaranya <i>single supplier</i> dengan <i>contingent supply</i> dan <i>dual sourcing</i> dalam memitigasi dampak gangguan terhadap proses pengadaan	Pengembangan model matematis dan perhitungan numerik	Penelitian ini memberikan hasil bahwa perusahaan cenderung memilih <i>single supplier</i> dari pemasok yang lebih mahal ketika perbedaan harga antar pemasok kecil. Akan tetapi dengan meningkatnya risiko gangguan, perusahaan dapat beralih ke <i>dual sourcing</i> atau <i>single supplier</i> dengan pemasok yang lebih murah jika perbedaan harga menjadi signifikan.

No	Nama Peneliti	Judul	Tahun	Objek	Tujuan	Metode	Hasil
4.	(Fattahi, 2017)	<i>Resilient Procurement Planning for Supply Chains: A Case Study for Sourcing a Critical Mineral Material</i>	2017	Perusahaan Iran yang memproduksi <i>zinc bars</i> dan <i>powder</i> dari konsentrat <i>zinc</i>	Mengembangkan strategi pengadaan untuk meminimalkan biaya rantai pasokan, meningkatkan manajemen biaya, dan meningkatkan produktivitas dengan mengoptimalkan pemilihan pemasok, mencari alternatif (<i>backup sourcing</i> dan <i>spot sourcing</i>), dan strategi mitigasi untuk mengurangi ketidakpastian dan gangguan dalam lingkungan rantai pasokan.	<i>Multi-Stage Stochastics Programming</i>	Penerapan strategi mitigasi, seperti memperkuat pemasok yang tidak dapat diandalkan, <i>backup sourcing</i> dan berbagai sumber daya, terbukti mengurangi risiko dan meningkatkan ketahanan strategi pengadaan.
5.	(Yin & Wang, 2017)	<i>Strategic Cooperation with a Backup supplier for the Mitigation of Supply Disruptions</i>	2017	Menggunakan skenario hipotesis	Menganalisis berbagai opsi kerja sama dengan pemasok, seperti strategi pembelian di muka, reservasi dan pembelian darurat untuk membantu perusahaan memitigasi risiko gangguan pada rantai pasokan	<i>Quantitative Modeling Approach</i>	Studi ini menunjukkan bahwa perusahaan sebaiknya memilih strategi pembelian di muka jika kemungkinan gangguan pasokan yang terjadi tinggi, sedangkan strategi pembelian darurat jika gangguan yang terjadi rendah. Dan untuk gangguan menengah,

No	Nama Peneliti	Judul	Tahun	Objek	Tujuan	Metode	Hasil
							Perusahaan dapat memilih strategi reservasi.
6.	(Chakraborty, Chauhan, & Ouhimmou, 2019)	<i>Mitigating Supply Disruption with a Backup supplier Under Uncertain Demand: Competition VS Cooperation</i>	2019	Menggunakan skenario hipotesis	Menganalisis dampak gangguan pasokan pada rantai pasokan dan membandingkan efektivitas strategi persaingan versus kerja sama dengan pemasok cadangan dalam memitigasi dampak gangguan pasokan dalam kondisi permintaan tidak pasti.	<i>Game-Theoretic Framework dan Nonlinear Programming</i>	Jika terjadi gangguan pasokan, pengecer akan selalu memilih untuk memanfaatkan pemasok cadangan, bahkan dengan kemungkinan gangguan yang lebih rendah. Kuantitas cadangan optimal meningkat seiring dengan meningkatnya probabilitas gangguan.
7.	(Zhang & Wang, 2019)	<i>Procurement Strategy with Backup Sourcing under Stochastic Supply Risk</i>	2019	Berfokus pada pengembangan model dan analisis strategi pengadaan dalam konteks teoritis	Menganalisis bagaimana perusahaan dapat menggunakan <i>backup sourcing</i> secara strategis untuk memitigasi dampak buruk dari risiko pasokan, khususnya dalam menghadapi risiko pasokan stokastik dan ketidakpastian permintaan	<i>Game Theory</i>	Penelitian ini menghasilkan harga reservasi yang diberikan pemasok cadangan bervariasi berdasarkan kondisi berbagi informasi yang berbeda, kuantitas reservasi berkorelasi negatif dengan harga reservasi, dan potensi risiko pasokan mempunyai dampak besar terhadap keuntungan yang diharapkan produsen, bahkan ketika harga grosir sama

2.2 Pengadaan

Pengadaan adalah salah satu komponen *supply chain management* yang bertugas untuk menyediakan barang maupun jasa sebagai input yang dibutuhkan dalam produksi atau kegiatan lain yang diperlukan dalam perusahaan. Pengadaan dapat diklasifikasikan menjadi tiga berdasarkan barang yang harus dibeli, di antaranya bahan baku dan komponen yang dibutuhkan oleh produksi, *capital equipment* seperti mesin dan peralatan jangka panjang lainnya, *Maintenance, repair and operating supplies* (MRO) seperti alat tulis kantor, suku cadang mesin dan lain sebagainya. Pengadaan tidak hanya menyediakan barang untuk perusahaan, tetapi juga dalam bentuk jasa seperti jasa pergudangan, jasa konsultasi, jasa transportasi bahkan jasa dalam proses manufaktur apabila kapasitas produksi tidak memenuhi (Pujawan & Er, 2017). Tugas-tugas pengadaan cukup banyak tidak hanya terbatas pada kegiatan rutin pembelian, di antaranya menemukan pemasok yang cocok, menegosiasikan persyaratan, menetapkan persyaratan, mengatur pengiriman, mengatur asuransi barang ataupun jasa, melakukan pembayaran, melakukan proses untuk memasukkan bahan ke dalam organisasi, merancang hubungan yang baik dengan pemasok, memelihara data item dan data pemasok, menjaga stok barang dengan mempertimbangkan kebijakan persediaan serta mengevaluasi kinerja pemasok (Waters, 2023). Dari tugas dan fungsi dari pengadaan yang cukup kompleks, dimana pengadaan memiliki posisi di antara internal dan eksternal perusahaan. Internal perusahaan meliputi departemen yang membutuhkan barang dan jasa, sedangkan eksternal perusahaan adalah pemasok yang dapat memenuhi kebutuhan dari barang dan jasa yang dibutuhkan. Posisi pengadaan ini menyediakan kebutuhan dari departemen terkait dengan cara menghubungi pemasok sehingga pemasok dapat menyediakan barang ataupun jasa tersebut. Untuk lebih jelasnya terkait proses yang terjadi pada aktivitas pengadaan adalah sebagai berikut (Waters, 2023).

1. Departemen terkait mengidentifikasi kebutuhan akan barang dan jasa serta menyiapkan permintaan pembelian ke bagian pengadaan.
2. Bagian pengadaan menerima, memverifikasi dan memeriksa permintaan pembelian dari departemen terkait, kemudian memeriksa bahan yang diminta pada stok apabila ada tidak perlu melakukan pembelian. Jika tidak ada, maka melakukan pembelian dengan cara membuat daftar calon pemasok dan mengirimkan permintaan penawaran ke pemasok yang dipilih.
3. Pemasok menerima permintaan penawaran dan mengirimkan penawaran kembali ke perusahaan.
4. Bagian pengadaan mendiskusikan aspek teknis dengan departemen terkait, memeriksa rincian anggaran, memilih pemasok terbaik, bernegosiasi dan menerbitkan pesanan pembelian.
5. Pemasok menerima dan memproses pesanan pembelian dan mengirimkan material bersama dengan faktur pembelian.
6. Pengadaan melakukan penerimaan, pemeriksaan terhadap barang ataupun jasa, memberitahu departemen terkait, dan mengatur pembayaran tagihan pemasok.

2.3 Persediaan

Persediaan adalah semua barang meliputi bahan mentah, komponen, barang setengah jadi dan barang jadi yang menunggu untuk diproses, diangkut atau digunakan pada suatu titik dalam rantai pasokan (Ghiani, Laporte, & Musmanno, 2004). Persediaan juga dapat diartikan sebagai bahan dan perlengkapan yang dibawa oleh suatu bisnis baik untuk dijual atau untuk menyediakan input untuk proses produksi (Arnold, Chapman, & Clive, 2008). Persediaan ini ada karena perbedaan antara pasokan dan permintaan. Peran penting yang dimainkan oleh persediaan adalah meningkatkan jumlah permintaan yang dipenuhi dengan menyiapkan produk dan tersedia saat konsumen menginginkannya (Chopra & Meindl, 2013). Oleh sebab itu, bagi beberapa perusahaan persediaan menjadi aset yang penting untuk dapat terus memenuhi

kebutuhan dari konsumen. Akan tetapi, persediaan dapat menjadi suatu pemborosan karena beban biaya yang ditimbulkan pada penyimpanan barang dalam bentuk persediaan. Manajemen persediaan yang baik sangat diperlukan untuk mengoptimalkan jumlah persediaan yang dimiliki oleh perusahaan sehingga dapat meminimalkan biaya yang dikeluarkan.

2.3.1 *Komponen Biaya Persediaan*

Semua barang yang disimpan sebagai persediaan menimbulkan biaya bagi perusahaan. Nilai dari biaya yang ditimbulkan bervariasi, umumnya berada di angka 20% dari nilai yang dimiliki per tahun (Waters, 2023). Semua perusahaan berusaha untuk dapat meminimalkan biaya persediaannya dengan cara mengurangi stok. Padahal dengan melakukan hal tersebut tidaklah cukup karena terkadang stok yang minimum tersebut justru menimbulkan permasalahan baru berupa kekurangan stok yang dapat mengganggu operasional perusahaan dan menimbulkan biaya baru yang lebih tinggi. Oleh sebab itu, untuk dapat meminimalkan biaya persediaan haruslah meninjau lebih rinci komponen penyusun biaya persediaan tersebut. Komponen biaya persediaan terdiri dari *unit cost*, *reorder cost*, *holding cost* dan *shortage cost*.

a. *Unit Cost* (Biaya per satuan unit)

Unit cost adalah harga yang ditetapkan oleh pemasok untuk satu unit barang yang dibeli perusahaan atau biaya yang harus ditanggung perusahaan untuk memperoleh satu unit barang (Chapman, Arnold, Gatewood, & Clive, 2017). *Unit cost* terdiri dari biaya barang tersebut dan biaya lainnya yang berkaitan hingga barang tersebut sampai ke perusahaan, meliputi transportasi, bea cukai dan asuransi. Sedangkan untuk hasil produk dari produksi sendiri untuk *unit cost* diperhitungkan berdasarkan biaya *direct material* dan *direct labor* serta *overhead* perusahaan (Waters, 2023). Untuk *unit cost* ini dapat diperoleh dengan melihat pada faktur maupun akurasi dari pemasok.

b. *Reorder Cost* (Biaya pemesanan ulang)

Reorder cost adalah biaya yang timbul pada saat perusahaan melakukan pemesanan barang kembali atau berulang. *Reorder cost* ini berlaku untuk pesanan berulang bukan pembelian pertama kali karena komponen yang diperhitungkan di dalamnya berbeda, untuk pembelian pertama kali perlu mempertimbangkan biaya pemilihan pemasok, proses negosiasi dengan pemasok alternatif dan lain sebagainya. Sedangkan untuk *reorder cost*, komponen biayanya terdiri dari biaya pengendalian produksi, biaya pemasangan dan pembongkaran, biaya kapasitas yang hilang, serta biaya pesanan pembelian. *Reorder cost* tidak bergantung pada jumlah pesanan yang dipesan sehingga untuk pembelian dalam jumlah banyak ataupun sedikit biaya yang dikeluarkan sama (Waters, 2023). Sehingga jumlah pesanan perlu dipertimbangkan oleh perusahaan supaya dapat menghasilkan *reorder cost* yang sesuai. Untuk *reorder cost* tahunan bergantung pada jumlah pesanan yang dilakukan dalam setahun. Hal ini dapat dikurangi dengan memesan lebih banyak dalam satu waktu sehingga menghasilkan jumlah pesanan yang lebih sedikit. Dalam praktiknya, *reorder cost* dapat diperkirakan dengan cara membagi total biaya tahunan departemen pengadaan (ditambah dengan biaya yang relevan) dengan jumlah pesanan yang dikirim (Chapman, Arnold, Gatewood, & Clive, 2017).

c. *Holding Cost* (Biaya penyimpanan gudang)

Holding cost adalah biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk menyimpan unit barang dapat persediaan selama satu periode waktu. Periode waktu yang umum digunakan adalah satu tahun (Waters, 2023). Biaya penyimpanan terdiri dari beberapa komponen biaya, di antaranya biaya modal berupa uang dalam bentuk persediaan, biaya penyimpanan berupa tempat yang digunakan untuk menyimpan, pekerja dan peralatan yang digunakan, biaya risiko terdiri dari keusangan,

kerusakan, dan pencurian, biaya *handling* untuk pengemasan dan penempatan barang, biaya administrasi dan asuransi (Chapman, Arnold, Gatewood, & Clive, 2017). Ketika persediaan meningkat, komponen biaya *holding cost* juga mengalami peningkatan. Berikut merupakan persentase masing-masing komponen biaya pada *holding cost*.

	% of unit cost
cost of money	10–15
storage space	2–5
loss	4–6
handling	1–2
administration	1–2
insurance	1–5
Total	19–35

Gambar 2. 1 Pedoman Komposisi Perhitungan Holding Cost

Sumber : (Waters, 2023)

d. *Shortage Cost*

Shortage cost atau disebut juga sebagai *stockout cost* adalah biaya yang muncul ketika permintaan dari konsumen melebihi persediaan barang yang dimiliki sehingga perusahaan mengalami kehabisan stok barang tersebut (Jacobs, Berry, Whybark, & Vollmann, 2011). Dampak dari kekurangan barang ini menyebabkan perusahaan kehilangan keuntungan bahkan kehilangan reputasi karena konsumen akan lebih memilih untuk memenuhi kebutuhannya dari kompetitor. Untuk dampak internal yang akan terjadi adalah gangguan pada operasional produksi, penjadwalan ulang operasi, penundaan pemeliharaan dan sebagainya. Tindakan untuk mengatasi kondisi tersebut adalah dengan cara menyimpan barang setengah jadi, menggunakan pemasok alternatif dengan harga yang lebih mahal atau mengirimkan pesanan darurat (Waters, 2023). *Shortage cost* ini lebih sulit untuk diukur dibandingkan *reorder cost* dan *holding cost*. Biaya ini erat kaitannya dengan *service level*, dimana semakin sering biaya ini timbul maka *service level* yang dimiliki perusahaan semakin turun (Jacobs, Berry, Whybark, & Vollmann, 2011). Hal tersebut terjadi karena perusahaan tidak dapat memenuhi pesanan dalam jangka waktu yang terlalu sering.

Berdasarkan penjelasan masing-masing komponen biaya persediaan di atas, dapat dirumuskan secara matematis untuk perhitungan biaya persediaan sebagai berikut.

$$CI = (UC \times D) + \frac{(RC \times D)}{Q} + \frac{(HC \times Q)}{2} \quad (2.1)$$

dimana,

UC = *Unit cost*

D = *Demand* tahunan dalam unit

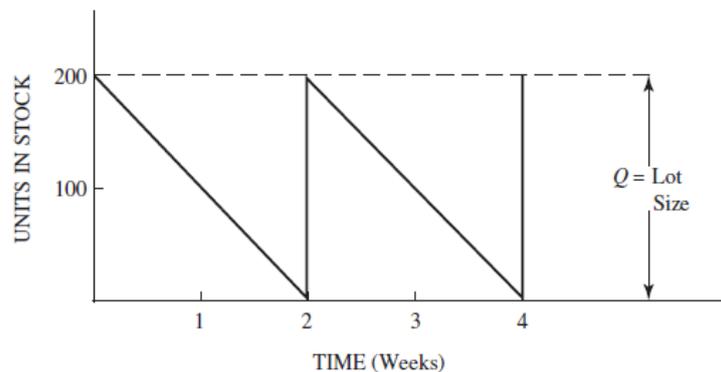
Q = Jumlah pemesanan dalam unit

RC = *Reorder cost*

HC = *Holding cost* per unit per tahun

2.4 Economic Order Quantity (EOQ)

Economic Order Quantity (EOQ) adalah suatu model yang digunakan untuk menentukan jumlah pesanan yang optimal sehingga dapat meminimalkan total biaya dari Perusahaan. Dalam EOQ ini menggambarkan *trade-off* antara *reorder cost* dan *holding cost* sehingga dengan adanya EOQ ini bertujuan untuk mencapai keseimbangan pada *trade-off* tersebut. EOQ memiliki beberapa asumsi yang mendasarinya, di antaranya tingkat permintaan relatif konstan dan diketahui, barang dibeli dalam jumlah banyak dan tidak terus menerus, *reorder cost* dan *holding cost* bersifat konstan dan diketahui serta *shortage* tidak diperbolehkan (Waters, 2023). Berdasarkan asumsi tersebut, kuantitas suatu barang dalam persediaan berkurang dengan laju yang seragam sehingga mempengaruhi perilaku persediaan. Perilaku persediaan dapat dilihat pada gambar sebagai berikut.



Gambar 2. 2 Perilaku Persediaan

Sumber : (Chapman, Arnold, Gatewood, & Clive, 2017)

Pada gambar di atas terlihat bahwa garis vertikal melambangkan stok dari nol hingga jumlah tertentu. Jumlah unit dalam persediaan meningkat seketika sebesar Q (jumlah yang dipesan) (Chapman, Arnold, Gatewood, & Clive, 2017). Grafik tersebut merepresentasikan pola persediaan yang terjadi di perusahaan. Ketika kuantitas pesanan meningkat, maka rata-rata persediaan dan *holding cost* tahunan meningkat. Akan tetapi, jumlah pesanan per tahun dan *reorder cost* menurun. Oleh sebab itu, dengan adanya EOQ ini kuantitas pesanan yang optimal digunakan untuk meminimalkan total *holding cost* dan *reorder cost*. Secara matematis, perhitungan EOQ didapatkan melalui persamaan sebagai berikut.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times RC \times D}{HC}} \quad (2.2)$$

dimana,

$RC = \text{Reorder Cost}$

$D = \text{Demand}$

$HC = \text{Holding Cost}$

2.5 Strategi Diversifikasi Pemasok

Suatu perusahaan memutuskan untuk hanya menggunakan satu pemasok dari beberapa pemasok yang tersedia ataupun menggunakan beberapa pemasok untuk menyediakan kebutuhannya. Hal tersebut merupakan keputusan strategis yang harus dilakukan oleh perusahaan dan akan berdampak pada keberlangsungan jangka panjang. Perbedaan penggunaan pemasok dalam perusahaan disebut sebagai strategi diversifikasi pemasok. Pemilihan strategi pemasok yang tepat akan menentukan kebijakan pengadaan bagi perusahaan. Selain itu, strategi

diversifikasi pemasok yang tepat akan mengurangi total biaya pembelian barang dan jasa sekaligus meningkatkan tingkat efisiensi operasional, kualitas, inovasi teknis dan lain sebagainya (Bossert, 2004). Untuk setiap strategi yang dipilih memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing yang wajib untuk dipertimbangkan sebelum dipilih menjadi strategi jangka panjang. Berikut merupakan strategi diversifikasi pemasok yang umum digunakan dalam berbagai perusahaan.

2.5.1. *Single Supplier*

Single supplier adalah suatu perusahaan hanya memperoleh barang dan jasa yang dibutuhkan dari satu pemasok. Strategi ini menjadi salah satu strategi terbaik untuk dipilih perusahaan dalam hal bermitra dengan pemasok. *Single supplier* ini umumnya menggunakan kontrak jangka panjang dengan jaminan bisnis bervolume besar dan pemasok bersedia memasok untuk meningkatkan proses bisnis perusahaan. Kelebihan lainnya dari penggunaan strategi ini adalah dapat mengurangi biaya produksi dan biaya yang dikeluarkan perusahaan, loyalitas pemasok yang tinggi karena hubungan dengan pemasok yang kuat dan kolaboratif, serta produk yang dihasilkan lebih baik dengan variasi yang lebih sedikit karena adanya standarisasi barang dari pemasok. Sedangkan, untuk kekurangan dalam penggunaan strategi ini adalah adanya risiko gangguan pemasok yang tinggi, mulai dari pengiriman, kualitas dan lain sebagainya (Russell, 2014). Tidak hanya itu, pemasok memiliki *bargain power* yang tinggi karena adanya ketergantungan pada satu pemasok serta kurangnya fleksibilitas untuk beralih ke pemasok lain dengan cepat. *Single supplier* menghasilkan pengurangan basis dalam pemasok dan menciptakan peluang dalam peningkatan kualitas dari pemasoknya. Berdasarkan data dari perusahaan besar, dimana mereka menghilangkan 90% pemasoknya dan meningkatkan kualitas pemasok yang dimilikinya dari 92% hingga menjadi 99.97% (Russell, 2014).

2.5.2. *Backup Supplier*

Backup supplier adalah pemasok alternatif yang umumnya digunakan apabila pemasok utama dari perusahaan mengalami permasalahan sehingga tidak dapat memenuhi permintaan. *Backup supplier* memiliki kapasitas terbatas untuk melakukan pemenuhan terhadap pasokan yang dibutuhkan, berbeda dengan pemasok utama yang relatif tidak terbatas untuk melakukan pemenuhan kebutuhan dari perusahaan (Chen, Zhao, & Zhuo, 2012). Alasan penggunaan strategi ini adalah permasalahan yang dialami pemasok, mulai dari keterlambatan dalam pengiriman, terjadinya bencana alam, pemasok tidak dapat memenuhi standar kualitas yang diinginkan serta kehabisan stok yang dialami pemasok (Fattahi, 2017). Strategi ini untuk biaya yang dikeluarkan lebih mahal dibandingkan dengan strategi *single supplier*. Hal tersebut disebabkan strategi ini memenuhi pasokan pada kondisi yang mendesak. Strategi ini memiliki kelebihan dapat menanggung risiko yang akan dialami oleh perusahaan apabila tetap menggunakan pemasok utama pada saat permasalahan yang terjadi. Risiko yang dapat terjadi meliputi, tidak dapat memenuhi permintaan konsumen, pemberhentian proses produksi hingga hilangnya reputasi perusahaan (Kamalahmadi & Mellat-Parast, 2015). Strategi ini perlu dipertimbangkan bagi perusahaan yang memiliki urgensi yang tinggi dalam pemenuhan bahan baku, akan tetapi seringkali terjadi gangguan terhadap pasokan bahan baku.

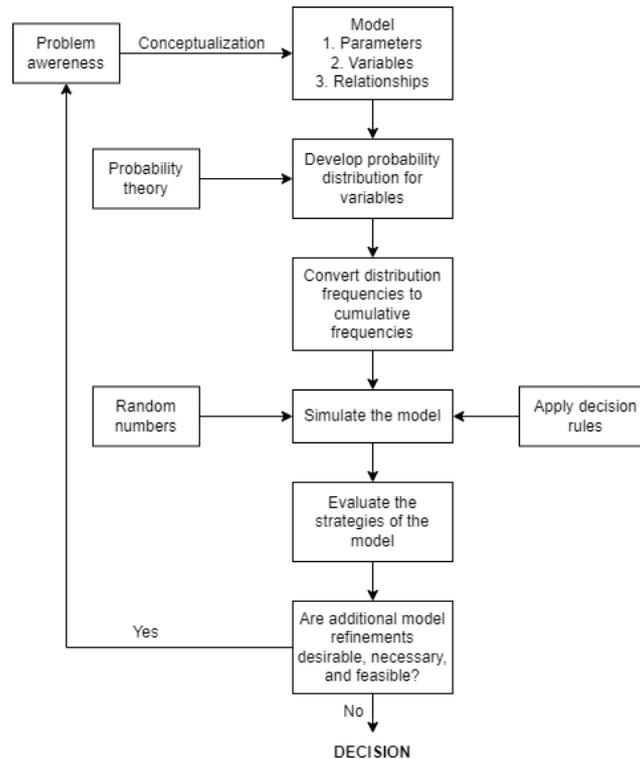
2.6 *Supplier Reliability*

Supplier reliability adalah kemampuan dari pemasok yang secara konsisten untuk dapat memenuhi kebutuhan dari perusahaan pemesan dalam beberapa aspek penting (Walton & Maruchek, 1997). *Supplier reliability* ini menjadi salah satu aspek penilaian dari perusahaan kepada pemasok, dimana ke depannya akan berdampak pada performansi dari pemasok. Beberapa aspek yang umumnya dipertimbangkan dalam *supplier reliability* ini adalah sebagai berikut (National Research Council, 1995).

- a. Kualitas – produk / barang berkualitas yang dipasok oleh pemasok harus konsisten sesuai dengan permintaan dari perusahaan pemesan. Hal tersebut disebabkan kualitas akan mempengaruhi produk yang akan dihasilkan oleh perusahaan. Bagi beberapa perusahaan yang bersaing berdasarkan kualitas, aspek ini menjadi penting untuk dipertimbangkan dalam menjalin kerja sama jangka panjang dengan pemasok.
- b. Pengiriman – ketepatan waktu dalam pengiriman juga dipertimbangkan. Aspek ini akan berdampak dengan jadwal proses produksi, dimana keterlambatan pasokan barang akan mengakibatkan tertundanya proses produksi yang menyebabkan produk terlambat untuk masuk ke dalam pasar.
- c. Kuantitas – jumlah barang yang dipasok harus tepat sesuai dengan permintaan dari perusahaan pemesan. Aspek ini mungkin bukan menjadi aspek prioritas, akan tetapi cukup berdampak bagi perusahaan karena dapat menyebabkan penurunan kepercayaan perusahaan terhadap pemasok.
- d. *Availability* – ketersediaan barang pada pemasok apabila perusahaan pemesanan membutuhkannya. Aspek ini cukup penting karena pemasok akan memiliki keandalan yang tinggi apabila selalu dapat memenuhi kebutuhan dari perusahaan pemesan kapanpun mereka membutuhkannya.

2.7 Simulasi Monte Carlo

Simulasi *Monte Carlo* adalah sebuah metode simulasi probabilistik untuk menyelesaikan suatu permasalahan dengan menggunakan pengambilan sampel acak (*random number*) untuk mempelajari sifat-sifat sistem dengan komponen yang berperilaku acak. Lebih tepatnya, dengan menggunakan metode ini perilaku sistem akan disimulasikan dengan menghasilkan variabel secara acak yang dapat menggambarkan perilaku komponennya. Sampel dari besaran yang diinginkan akan diperoleh dan digunakan untuk statistik inferensial (Lemieux, 2009). Dalam prosesnya, Simulasi *Monte Carlo* membutuhkan *random number* untuk menjalankannya dan menggambarkan perilaku sistem yang dapat menjelaskan kemungkinan kejadian yang dapat terjadi pada proses simulasi. *Random number* ini dibuat dengan menggunakan distribusi probabilitas yang mewakili sistem dari variabel data dan generator *random number*. Generator *random number* akan menghasilkan urutan siklus *pseudo-random number* (Harrel, Ghosh, & Bowden, 2004). Berikut merupakan proses Simulasi *Monte Carlo* menurut (Tersine, 1994).



Gambar 2. 3 Proses Simulasi Monte Carlo
Sumber : (Tersine, 1994)

1. Menentukan distribusi probabilitas berdasarkan variabel yang akan digunakan untuk simulasi. Distribusi ini dapat berupa distribusi teoritis seperti distribusi normal, distribusi poisson ataupun distribusi eksponensial. Tidak hanya itu, distribusi yang digunakan juga dapat berupa distribusi empiris berdasarkan data historis.
2. Nilai dari distribusi frekuensi diubah menjadi distribusi probabilitas kumulatif. Hal tersebut dilakukan untuk memastikan hanya satu nilai variabel yang akan dikaitkan dengan *random number* tertentu
3. Melakukan proses simulasi dengan cara sampel diambil secara acak dari distribusi probabilitas kumulatif untuk menentukan nilai variabel tertentu. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan angka-angka dari tabel *random number*. Sehingga, *random number* dimasukkan dalam distribusi probabilitas kumulatif untuk mendapatkan nilai variabel tertentu untuk setiap observasi. Urutan dari *random number* yang ditetapkan dapat menggambarkan pola kejadian sebenarnya.
4. Melakukan replikasi dari simulasi yang sedang diobservasi. Jumlah dari replikasi ditentukan sesuai dengan eksperimen sebenarnya di dunia nyata. Untuk sampel yang sangat kecil, menjalankan sampel besar akan lebih ekonomis.

Simulasi *Monte Carlo* dilakukan secara berulang untuk mendapatkan hasil yang representatif untuk menjadi solusi dalam permasalahan yang nyata. Hal tersebut dilakukan karena dalam satu kali simulasi akan menghasilkan satu replikasi, dimana hasil tersebut akan mewakili satu sampel. Untuk mendapatkan ukuran sampel n , maka perlu dilakukan perulangan sebanyak n perulangan secara independen. Ukuran sampel yang representatif akan menjadi indikator yang baik untuk kejadian yang diharapkan pada replikasi berikutnya. Setiap replikasi yang dilakukan tidak akan menghasilkan perilaku sistem yang sama persis karena variabel yang digunakan berupa *random number* (Harrel, Ghosh, & Bowden, 2004). Jumlah replikasi yang tepat perlu untuk ditentukan untuk menghasilkan kejadian yang dapat merepresentasikan solusi dari permasalahan yang nyata. Replikasi adalah perulangan dalam simulasi yang dilakukan

secara berkali-kali. Berikut merupakan langkah-langkah menentukan jumlah replikasi yang diperlukan untuk menetapkan *confidence interval* tertentu (Harrel, Ghosh, & Bowden, 2004).

1. Mengumpulkan sampel observasi
2. Menentukan rata-rata dan standar deviasi dari populasi (dapat menggunakan standar deviasi sampel s karena σ tidak diketahui).
3. Menentukan nilai *half-width* (hw). *Half-width* adalah *confidence interval* yang memiliki rentang tertentu untuk nilai rata-rata sebenarnya. Nilai *half-width* ini juga merepresentasikan nilai *absolute error* (e). Rumus untuk menentukan nilai hw adalah sebagai berikut.

$$hw = e \quad (2.3)$$

$$hw = \frac{\left(t_{n-1, \frac{\alpha}{2}}\right) s}{\sqrt{n}} \quad (2.4)$$

dimana,

hw = *half-width*

$t_{n-1, \frac{\alpha}{2}}$ = faktor variabel T dengan derajat kebebasan ($n-1$) dan $\frac{\alpha}{2}$

α = $1-P$ (*confidence interval*)

s = standar deviasi

4. Menentukan jumlah replikasi yang diperlukan (n') untuk memenuhi jumlah *absolute error* yang diinginkan (e) dan *confidence interval* (α).

$$n' = \left[\frac{\left(Z_{\frac{\alpha}{2}}\right) s}{e} \right]^2 \quad (2.5)$$

dimana,

n' = jumlah replikasi yang harus dilakukan untuk menyatakan ukuran sampel yang cukup.

$Z_{\frac{\alpha}{2}}$ = Z *table distribution value*

α = $1-P$ (*confidence interval*)

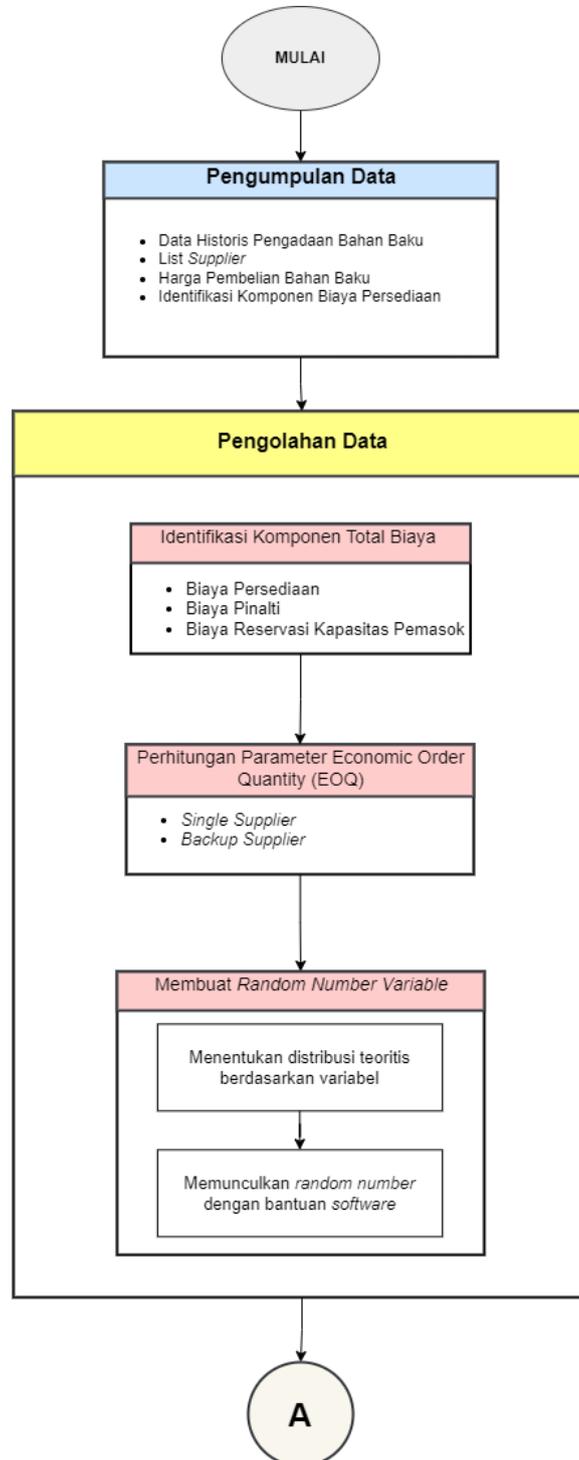
s = standar deviasi

e = *absolute error*

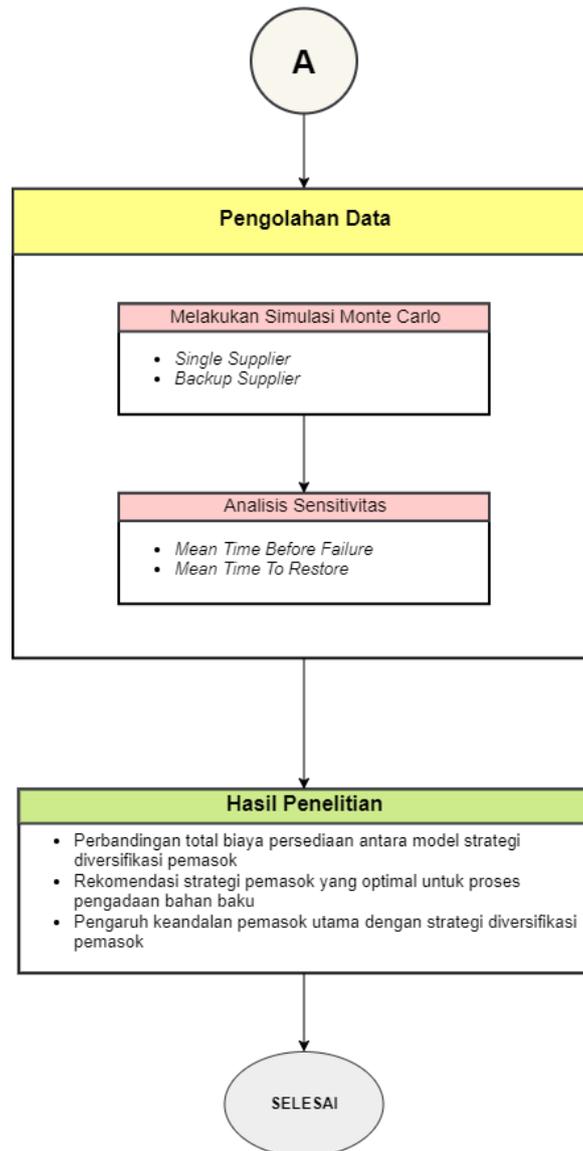
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III METODOLOGI

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai alur pengerjaan penelitian tugas akhir. Metodologi penelitian digambarkan pada *flowchart* sebagai berikut beserta penjelasannya secara rinci.



Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian



Gambar 3. 2 Flowchart Penelitian (Lanjutan)

3.1 Pengumpulan Data

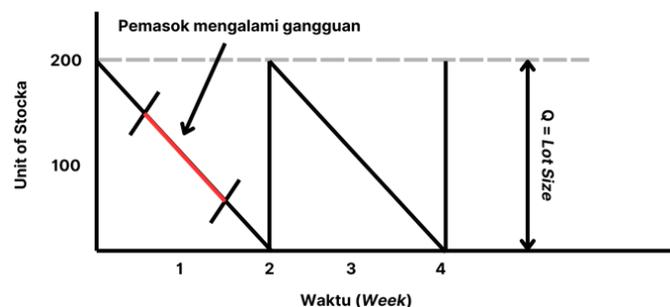
Pada tahap awal, dilakukan tahap pengumpulan data sebagai input untuk tahap pengolahan dan penyelesaian masalah. Data historis yang dikumpulkan menggunakan data perusahaan untuk merepresentasikan kondisi nyata di industri memiliki. Data historis yang dikumpulkan memiliki rentang Januari – Desember 2023. Data historis tersebut terkait dengan data historis pengadaan bahan baku untuk kasa. Data ini akan menjadi input pada proses pengolahan data. Data lain yang didapatkan mengenai data pemasok, di antaranya daftar pemasok bahan baku kasa yang digunakan perusahaan untuk memenuhi kebutuhannya dan harga dari bahan baku kasa per *roll* dari masing-masing pemasok. Selanjutnya, penulis juga mengidentifikasi komponen biaya persediaan yang terdiri dari *unit cost*, *reorder cost*, *holding cost* dan *shortage cost*. Data ini digunakan untuk membangun model simulasi, dimana model yang dibuat akan meniru kondisi eksisting yang terjadi di beberapa perusahaan. Selain itu, data ini juga digunakan untuk dibandingkan dengan model strategi diversifikasi pemasok yang telah ditentukan penulis. Semua data yang telah dikumpulkan oleh penulis didapatkan dari proses wawancara dan data sekunder yang diberikan oleh perusahaan.

3.2 Pengolahan Data

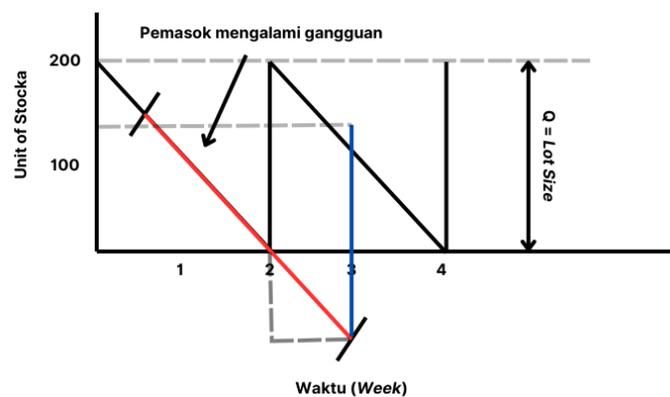
Pada tahap pengolahan data ini akan bertujuan untuk mengubah input berupa data yang didapatkan dalam proses wawancara maupun data sekunder menjadi output. Output dari pengolahan data ini berupa penentuan strategi diversifikasi pemasok yang tepat untuk perusahaan yang dapat meminimalkan biaya persediaan. Proses pengolahan data secara rinci dapat dijelaskan sebagai berikut.

3.3.1 Identifikasi Total Biaya

Total biaya ini menjadi parameter dalam Simulasi *Monte Carlo*. Komponen total terdiri dari biaya persediaan, biaya penalti akibat kegagalan dalam memenuhi *demand* dan biaya reservasi untuk pemasok alternatif. Dalam penelitian ini masing-masing strategi dilakukan perhitungan untuk total biayanya dan setiap strategi memiliki perbedaan dalam perhitungan total biayanya. Total biaya yang diperhitungkan mempertimbangkan *supplier reliability* dengan 2 kondisi saat pemasok mengalami gangguan. Kondisi pertama, pemasok mengalami gangguan dan dapat pulih dari gangguan pada *week* yang sama sehingga gangguan tersebut tidak akan mengakibatkan *shortage* bagi perusahaan yang dapat dilihat pada Gambar 3.3. Dan kondisi kedua, pemasok mengalami gangguan dan pulih dari gangguan pada *week* yang berbeda sehingga menyebabkan perusahaan harus membayar penalti akibat tidak dapat memenuhi permintaan konsumen yang dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3. 3 Kondisi Pertama Pemasok Mengalami Gangguan



Gambar 3. 4 Kondisi Kedua Pemasok Mengalami Gangguan

Berikut merupakan perhitungan total biaya untuk masing-masing strategi dengan mempertimbangkan *supplier reliability*.

1. *Single supplier* untuk kondisi pertama

$$TC = (UC \times D) + \frac{(RC \times D)}{Q} + \frac{(HC \times Q \times I \times M)}{2} \quad (3.1)$$

Single supplier untuk kondisi kedua

$$TC = (UC \times D) + \frac{(RC \times D)}{Q} + \frac{(HC \times Q \times I \times M)}{2} + \frac{(P \times S \times T)}{2} \quad (3.2)$$

2. *Backup supplier* untuk kondisi pertama dan kondisi kedua

$$TC = (UC \times D) + \frac{(RC \times D)}{Q} + \left(\frac{(HC \times Q \times I \times M)}{2} \right) + (QB \times UB \times C) \quad (3.3)$$

Backup supplier untuk kondisi kedua dengan kriteria dimana kapasitas reservasi tetap tidak dapat memenuhi *demand*

$$TC = (UC \times D) + \frac{(RC \times D)}{Q} + \frac{(HC \times Q \times I \times M)}{2} + (QB \times UB \times C) + \frac{(P \times (S - QB) \times T)}{2} \quad (3.4)$$

Berdasarkan rumus matematis di atas, berikut merupakan keterangan notasi yang digunakan dalam persamaan yang terlampir pada tabel 3.1 di bawah ini

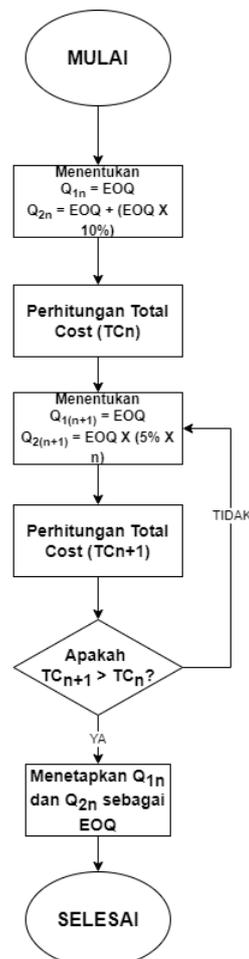
Tabel 3. 1 Notasi dan Keterangan dari Rumus Matematis Total Biaya Persediaan

Notasi	Keterangan
UC	<i>Unit cost</i>
D	<i>Demand</i> eksisting
Q	Jumlah pemesanan dalam unit (EOQ)
I	<i>Order interval</i>
T	Selisih antara waktu pemasok pulih dengan waktu <i>order</i>
C	Total periode waktu
M	Jumlah order dalam setahun
RC	<i>Reorder cost</i>
HC	<i> Holding cost</i>
QB	Kapasitas reservasi
UB	Biaya reservasi
P	Biaya pinalti
S	Jumlah <i>demand</i> yang <i>shortage</i>
TC	<i>Total cost</i>

3.3.2 Perhitungan Economic Order Quantity (EOQ)

Pada tahap ini *Economic Order Quantity* (EOQ) diperhitungkan untuk setiap skenario strategi diversifikasi pemasok, terdiri dari *single supplier* dan *backup supplier*. Parameter yang diperlukan untuk melakukan perhitungan EOQ terdiri dari *holding cost* (HC), *reorder cost* (RC) dan *demand* (D). Perhitungan EOQ untuk *single supplier* menggunakan pendekatan *continous review*. Sedangkan, EOQ reservasi untuk *backup supplier* berdasarkan EOQ *single supplier*. EOQ reservasi didapatkan dengan mengkalikan EOQ *single supplier* dengan persentase,

dimana hasil tersebut sebagai penambahan jumlah pesanan pada pemasok pendukung dalam bentuk kapasitas reservasi. Selanjutnya, dilakukan perhitungan pada *total cost* untuk kondisi *backup supplier*. Proses perhitungan tersebut dilakukan secara berulang dalam bentuk iterasi untuk mendapatkan kapasitas reservasi untuk strategi *backup supplier* yang optimal. Perhitungan EOQ reservasi akan dicukupkan, apabila selama perhitungan *total cost* mengalami kenaikan dan total kapasitas reservasi akan ditetapkan pada jumlah sebelum *total cost* mengalami kenaikan. Proses penentuan kapasitas reservasi berdasarkan pada EOQ *single supplier* digambarkan dalam bentuk *flowchart* yang dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 5 Penentuan EOQ untuk *Backup Supplier*

3.3.3 Pembuatan Random Number Variabel

Pada tahap ini pembuatan *random number variabel* sebagai input dalam simulasi yang akan dilakukan. Variabel yang akan digunakan untuk menghasilkan *random number* adalah *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time to Restore* (MTTR). MTBF digunakan untuk merepresentasikan lama waktu pemasok mengalami gangguan setelah pulih sebelumnya dan MTTR digunakan untuk melihat lama waktu pemasok dapat pulih dari gangguan. Tahapan awal yang dilakukan untuk menghasilkan *random number* dengan cara menentukan distribusi teoritis dari masing-masing variabel. Distribusi yang digunakan untuk MTBF dan MTTR diasumsikan berdistribusi eksponensial karena dalam *random number* tersebut menggambarkan lama waktu antar kejadian. Setelah penentuan distribusi maka dapat dihasilkan *random number* dengan bantuan *software* Minitab. *Random number* yang dimunculkan dapat digunakan dalam Simulasi *Monte Carlo* sebagai penggambaran MTBF dan MTTR.

3.3.4 *Simulasi Monte Carlo*

Simulasi *Monte Carlo* akan dilakukan untuk mensimulasikan proses pengadaan bahan baku, dimana simulasi akan mempertimbangkan keandalan pemasok dari masing-masing strategi diversifikasi pemasok. Keandalan pemasok ini akan menjadi risiko yang akan diperhitungkan dalam model simulasi. Hasil dari Simulasi *Monte Carlo* akan dibandingkan untuk mendapatkan hasil yang terbaik. Variabel yang akan digunakan dalam model simulasi ini adalah MTTR dan MTBF untuk mengukur keandalan pemasok. Dan untuk parameter yang akan dianalisis adalah komponen total biaya terdiri dari biaya persediaan, biaya penalti dan biaya kapasitas reservasi serta tingkat keandalan pemasok.

3.3.5 *Analisis Sensitivitas*

Analisis sensitivitas dilakukan untuk melihat variabel apa saja yang akan mempengaruhi pada hasil perhitungan model. Untuk variabel yang akan dilakukan perubahan nilai adalah MTTR, MTBF dan biaya kapasitas reservasi dengan parameter total biaya dari proses pengadaan bahan baku kasa. Adanya analisis sensitivitas ini untuk melihat apakah gangguan pasokan, pemulihan dari gangguan pasokan dan biaya kapasitas reservasi akan mempengaruhi total biaya yang dikeluarkan perusahaan pada proses pengadaan bahan baku.

3.3 Perbandingan Skenario dengan Kondisi Eksisting

Hasil dari Simulasi *Monte Carlo* berdasarkan dua strategi diversifikasi pemasok akan menghasilkan informasi mengenai total biaya. Strategi diversifikasi pemasok *single supplier* akan dibandingkan dengan strategi diversifikasi alternatif yang diusulkan oleh penulis berupa *backup supplier*. Hasil dari penelitian ini akan memberikan usulan strategi diversifikasi pemasok yang tepat bagi perusahaan dengan mempertimbangkan keandalan pemasok, analisis perbandingan total biaya persediaan di antara dua strategi diversifikasi pemasok dan pengaruh keandalan pemasok utama terhadap strategi diversifikasi pemasok. Berdasarkan informasi tersebut, penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam penentuan strategi diversifikasi pemasok yang tepat bagi berbagai perusahaan.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai pengumpulan dan pengolahan data dari penelitian tugas akhir. Pengumpulan data akan digunakan sebagai landasan dalam pengolahan data berdasarkan metode yang telah dirancang pada bab sebelumnya.

4.1 Pengumpulan Data

Pada sub bab ini dibahas mengenai data-data kondisi eksisting yang digunakan dalam penelitian tugas akhir. Data-data tersebut didapatkan dari pengumpulan data primer, observasi di lapangan hingga wawancara langsung dengan pihak-pihak terkait di perusahaan. Data tersebut akan digunakan sebagai inputan pada proses pengolahan data. Data yang dikumpulkan terdiri dari data historis untuk pengadaan bahan baku dan komponen pembentuk biaya persediaan.

4.1.1 Data Historis Pengadaan Bahan Baku Kasa

Data historis untuk pengadaan bahan baku kasa berdasarkan data permintaan untuk produk kasa hidrofili steril, dimana produk tersebut menjadi produk unggulan dengan penjualan paling banyak di bulan Januari – Desember 2023. Pengadaan bahan baku kasa menggunakan satuan rol untuk setiap pembelian. Untuk satu rol tersebut dapat menghasilkan 200 dus kasa hidrofili steril, dimana untuk satu dus berisi 16 lembar kasa. Berikut merupakan data historis pengadaan bahan baku kasa mulai bulan Januari hingga Desember 2023.

Tabel 4. 1 Data Historis Pengadaan Bahan Baku Kasa

Bulan	Jumlah Kasa Rol (per rol)
Januari	173
Februari	109
Maret	353
April	21
Mei	206
Juni	644
Juli	1126
Agustus	137
September	330
Oktober	298
November	85
Desember	49
Total Pengadaan Bahan Baku Kasa	3531

4.1.2 List Pemasok dan Harga Pembelian Bahan Baku Kasa

Dalam proses pengadaan bahan baku kasa, perusahaan melakukan pengadaan dengan menggunakan satu pemasok sebagai pemasok utama dan pemasok lainnya sebagai pemasok alternatif jika pemasok utama tidak dapat memenuhi kebutuhan. Jenis bahan baku kasa yang dibeli berupa Kasa Putih 120X80 Full Katun. Terdapat beberapa pemasok alternatif yang dimiliki perusahaan, akan tetapi dengan harga bahan baku kasa yang lebih mahal dibandingkan dengan pemasok utama. Dalam penelitian ini, pemasok yang digunakan memiliki batasan dengan hanya pemasok utama dan pemasok pendukung yang akan menjadi fokus utamanya. Sehingga data *list* pemasok dan harga pembelian bahan baku yang ditampilkan hanya dua, yaitu pemasok utama dan pemasok alternatif. Berikut merupakan *list* pemasok yang akan digunakan dalam penelitian tugas akhir dan harga pembelian bahan baku kasa.

Tabel 4. 2 List Pemasok dan Harga Bahan Baku Kasa

Nama Pemasok	Harga / Roll	Keterangan
Pemasok 1	Rp 360.000	Pemasok Utama
Pemasok 2	Rp 367.500	Pemasok Pendukung

4.1.3 Komponen Biaya Persediaan

Total biaya persediaan menjadi faktor kunci dalam memperbandingkan antara kondisi pengadaan eksisting perusahaan dengan skenario yang diusulkan dalam penelitian. Biaya persediaan tersusun oleh beberapa biaya lainnya, di antaranya biaya per satuan unit (*unit cost*), biaya pemesanan ulang (*reorder cost*), biaya penyimpanan (*holding cost*) dan biaya kekurangan (*shortage cost*). Berikut ini merupakan uraian dari masing-masing komponen biaya persediaan.

a. *Unit Cost*

Unit cost merupakan harga beli yang harus dibayarkan oleh perusahaan kepada pemasok untuk setiap unit barang yang dibeli. Dalam penelitian ini, *unit cost* didapatkan dari harga pembelian bahan baku kasa. *Unit cost* tersebut dapat dilihat pada tabel 4.2, dimana untuk masing-masing pemasok memiliki *unit cost* yang berbeda. Dengan penjelasan bahwa *unit cost* pemasok pendukung lebih mahal dibandingkan pemasok utama.

b. *Reorder Cost*

Reorder cost merupakan biaya yang timbul pada saat perusahaan melakukan pemesanan barang kembali atau berulang kepada pemasok. Estimasi yang dapat dilakukan dalam menentukan *reorder cost* dengan cara membagi total biaya tahunan departemen pengadaan (ditambah dengan biaya yang relevan) dengan jumlah pesanan yang dikirim (Chapman, Arnold, Gatewood, & Clive, 2017). Biaya yang dapat dipertimbangkan, di antaranya biaya administrasi (listrik, internet, dokumen, telepon dan lain sebagainya), biaya gaji karyawan yang menangani pengadaan bahan baku kasa, biaya ekspedisi, biaya pengemasan, dan biaya lainnya yang tidak bergantung pada jumlah pesanan (Baroto, 2002). Estimasi *reorder cost* dilakukan dengan memperhitungkan biaya administrasi dalam melakukan *ordering*, mulai dari listrik, internet, telepon dan dokumen, serta biaya gaji karyawan yang berkaitan dengan proses pengadaan bahan baku kasa. Untuk biaya pengiriman tidak diperhitungkan karena biaya tersebut sepenuhnya ditanggung oleh pemasok. Total biaya tersebut akan dibagi dengan total jumlah order dalam setahun untuk bulan Januari – Desember 2023 dengan menggunakan asumsi. Berikut merupakan data *reorder cost* yang digunakan dalam pengembangan model strategi diversifikasi.

Tabel 4. 3 Data Komponen Reorder Cost

Komponen Biaya	Total Biaya per Tahun
Biaya Administrasi (Listrik, Internet, Dokumen dan Telepon)	Rp 67.857.984
Biaya Gaji Karyawan	
<i>Manager Purchasing</i>	Rp 108.611.496
<i>Staff Purchasing</i>	Rp 54.305.748
Total <i>Ordering Cost</i>	Rp 230.775.228
Total PO dalam setahun (rol)	2958
Total <i>Ordering Cost</i> per PO per Tahun (Rp/PO)	Rp 78.017

c. *Holding Cost*

Holding cost merupakan biaya yang timbul saat melakukan penyimpanan unit barang dalam persediaan selama satu periode waktu. *Holding cost* terdiri dari beberapa biaya, di antaranya biaya modal (*cost of capital*), biaya penyimpanan (*storage cost*), dan biaya risiko (*risk cost*). *Holding cost* didapatkan dengan menjumlahkan semua komponen biaya kemudian dibagi dengan total unit yang disimpan dalam setahun dengan asumsi jumlah yang disimpan sama dengan jumlah yang dipesan. Berikut merupakan perincian data dari *holding cost*.

Tabel 4. 4 Data Komponen *Cost of Capital*

Komponen Biaya	Persentase Biaya per Tahun
<i>Cost of Equity</i>	23%
<i>Tax Rate</i>	22%
<i>Cost of Debt</i>	77%
<i>Cost of Capital</i>	4.31%

Tabel 4. 5 Data Komponen *Storage Cost*

Komponen Biaya	Total Biaya per Tahun
Biaya Administrasi (Listrik, Dokumen dan Telepon)	Rp 51.057.984
Gaji Karyawan	
<i>Manager Gudang Bahan Baku</i>	Rp 108.611.496
<i>Leader Gudang Bahan Baku</i>	Rp 60.000.000
<i>Staff Gudang Bahan Baku (2 karyawan)</i>	Rp 108.611.496
Total <i>Storage Cost</i>	Rp 328.280.976

Tabel 4. 6 Data Komponen *Risk Cost*

Komponen Biaya	Total Biaya per Tahun
Biaya Penyusutan	Rp 864.000
Biaya Kerusakan	Rp 4.320.000
Total <i>Risk Cost</i>	Rp 5.184.000

Tabel 4. 7 Perhitungan *Holding Cost*

Komponen Biaya	Total Biaya per Tahun
<i>Storage Cost</i>	Rp 328.280.976
<i>Risk Cost</i>	Rp 5.184.000
Total <i>Holding Cost</i>	Rp 333.464.976
Total unit Disimpan dalam Setahun (rol)	3531
Total <i>Holding Cost</i> per unit per tahun	Rp 94.432

Dalam perhitungan *holding cost* di atas belum mempertimbangkan *unit cost* ataupun nilai dari produknya. Untuk mendapatkannya dilakukan penjumlahan antara *holding cost* per unit per tahun dengan perkalian *cost of capital* dengan *unit cost*. Hasil perhitungan *holding cost* ini hanya digunakan untuk pemasok utama. Hal tersebut disebabkan bahan baku dari pemasok alternatif pada strategi *backup supplier* tidak melalui proses penyimpanan dan langsung digunakan untuk memenuhi jumlah *shortage* sehingga *holding cost* untuk pemasok alternatif tidak dipertimbangkan. Berikut merupakan *holding cost* per unit per tahun dari masing-masing pemasok.

Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan *Holding Cost* untuk Masing-Masing Pemasok

No	Nama Pemasok	Unit Cost	Holding Cost per Unit per Tahun
1	Pemasok 1	Rp 360.000	Rp 109.935
2	Pemasok 2	Rp 367.500	Rp 110.258

d. *Shortage Cost*

Shortage cost merupakan biaya yang timbul jika perusahaan tidak dapat memenuhi permintaan konsumen. Dalam penelitian ini, *shortage cost* dapat terjadi saat pemasok mengalami gangguan pada saat perusahaan melakukan pemesanan. Sehingga perusahaan mengalami kerugian karena tidak mendapatkan pasokan bahan baku untuk produksi. Besarnya *shortage cost* diasumsikan sebesar 50% dari harga bahan baku untuk setiap unit bahan baku yang gagal untuk dipasok oleh pemasok (Rizma, 2023). *Shortage cost* yang harus ditanggung perusahaan tersebut disesuaikan dengan dampak yang dialami oleh perusahaan akibat gangguan dari pemasok. Dampak yang harus dialami perusahaan dari permasalahan tersebut berupa kenaikan harga bahan baku karena melakukan pembelian bahan baku ke pemasok lain tanpa memberikan dampak pemberhentian proses operasional produksi karena produk yang diproduksi tidak hanya satu jenis.

e. *Reservation Cost*

Biaya kapasitas reservasi adalah biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk melakukan pemesanan ketersediaan kapasitas tertentu kepada pemasok. Besarnya biaya kapasitas reservasi bergantung pada nilai dan volume dari bahan baku yang akan dipesan kapasitasnya. Dalam penelitian ini, diasumsikan bahwa biaya kapasitas reservasi sebesar 1% dari harga pembelian bahan baku (*unit cost*) untuk setiap unit. Apabila diperhitungkan dalam mata uang sebesar Rp 3.675,-. Asumsi tersebut dipilih karena nilai dan volume dari bahan baku dapat dikategorikan rendah sehingga tidak diperlukan perlakuan yang khusus dalam hal penyimpanan ataupun proses pengadaan. Biaya kapasitas reservasi ini akan dibayarkan setiap minggunya sesuai dengan jumlah kapasitas yang dipesan.

4.2 Pengolahan Data

Pada subbab ini akan dilakukan pengolahan data berdasarkan data-data yang telah dikumpulkan pada subbab sebelumnya. Pengolahan data ini dilakukan bertujuan untuk mencapai tujuan dari penelitian, meliputi mendapatkan strategi diversifikasi yang tepat dan melakukan analisis terkait total biaya persediaan. Proses pengolahan data yang dilakukan meliputi perhitungan *Economic Order Quantity* (EOQ) untuk *single* dan *backup supplier*, *generate random number variable*, simulasi *monte carlo* dan analisis sensitivitas.

4.2.1 Perhitungan *Economic Order Quantity*

Economic Order Quantity (EOQ) menjadi salah satu hal yang penting dalam menentukan jumlah pesanan yang akan dilakukan pada proses pengadaan. Hal tersebut disebabkan jumlah pesanan yang optimal dapat menurunkan total biaya persediaan bagi perusahaan. EOQ yang akan ditentukan akan menjadi EOQ untuk model *single supplier* atau kondisi eksisting. Perhitungan EOQ dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

Diketahui :

RC = Rp 78.017 per unit per tahun

D = 3531 unit per tahun

HC = Rp 109.935 per unit per tahun

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times RC \times D}{HC}}$$

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times 78017 \times 3531}{109935}}$$

$$EOQ = 76.39 \approx 76 \text{ unit}$$

Dari perhitungan di atas, didapatkan EOQ untuk *single supplier* sebesar 76 unit. Selanjutnya, dilakukan perhitungan EOQ untuk *backup supplier*. Penentuan EOQ *backup supplier* berdasarkan EOQ *single supplier*, dimana penambahan kapasitas reservasi berdasarkan dari persentase EOQ *single supplier* yang kemudian akan dilakukan perhitungan untuk total biaya persediaan. EOQ *single supplier* ini akan menjadi jumlah pesanan yang dipesan oleh perusahaan kepada pemasok utama. Perhitungan ini akan dilakukan berulang kali / iterasi untuk mendapatkan kapasitas reservasi yang optimum dengan total biaya persediaan yang minimum.

Berikut merupakan contoh perhitungan dan penentuan EOQ untuk *backup supplier*.

Diketahui :

EOQ utama (Q) = 76 unit

Reorder Cost (RC) = Rp 78.017 per unit per tahun

Holding Cost (HC) = Rp 109.935 per unit per tahun

Unit Cost (UC) = Rp 360.000 per unit

Shortage Cost (P) = Rp 180.000 per unit

Reservation Cost (UB) = Rp 3.675

Demand (D) = 3531 unit per tahun

Order Interval (I) = 1.125

Total Order dalam setahun (M) = 46

Total Periode Waktu (C) = 52 minggu

Perhitungan EOQ *backup supplier*

$$EOQ \text{ Backup Supplier} = EOQ \text{ Single Supplier} \times \text{persentase}$$

$$EOQ \text{ Backup Supplier} = 76 \times 5\%$$

$$EOQ \text{ Backup Supplier} = 3.81 \approx 4 \text{ unit}$$

Perhitungan Total Biaya Persediaan untuk skenario kapasitas reservasi 5% dari EOQ utama.

$$TC = (UC \times D) + \frac{(RC \times D)}{Q} + \frac{(HC \times Q \times I \times M)}{2} + (QB \times UB \times C) + \frac{(P \times (S - QB) \times T)}{2}$$

$$TC = (360000 \times 3531) + \frac{(78017 \times 3531)}{76} + \frac{(109935 \times 76 \times 1.125 \times 46)}{2}$$

$$+ (4 \times 3675 \times 52) + 2754573$$

$$TC = \mathbf{Rp 1.510.379.404}$$

Perhitungan tersebut akan dilakukan secara berulang / iterasi dengan menambahkan persentase pada perhitungan EOQ reservasi. Berikut merupakan hasil iterasi penentuan EOQ reservasi.

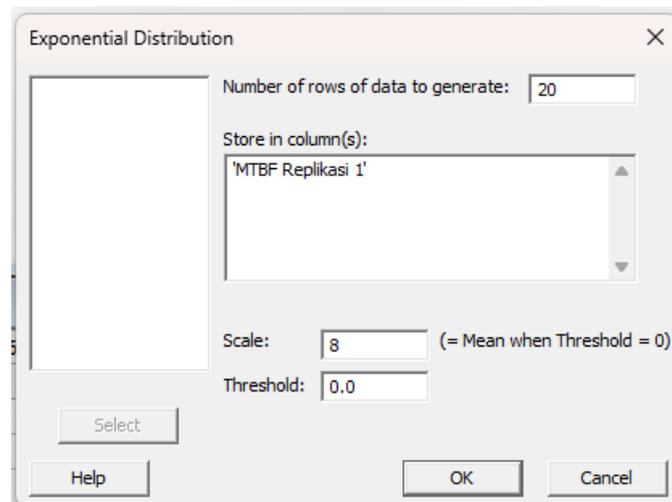
Tabel 4. 9 Iterasi Penentuan EOQ Reservasi

Iterasi	Persentase	EOQ Reservasi	Total Cost
1	5%	4	Rp1.510.379.404
2	10%	8	Rp1.509.009.434
3	15%	11	Rp1.507.988.267
4	20%	15	Rp1.506.645.945
5	25%	19	Rp1.505.358.396
6	30%	23	Rp1.504.081.127
7	35%	27	Rp1.502.913.690
8	40%	31	Rp1.501.746.254
9	45%	34	Rp1.500.889.895
10	50%	38	Rp1.499.930.227
11	55%	42	Rp1.499.138.997
12	56%	43	Rp1.498.941.190
13	58%	44	Rp1.498.743.382
14	59%	45	Rp1.498.660.390
15	60%	46	Rp1.498.692.213
16	62%	47	Rp1.498.724.036

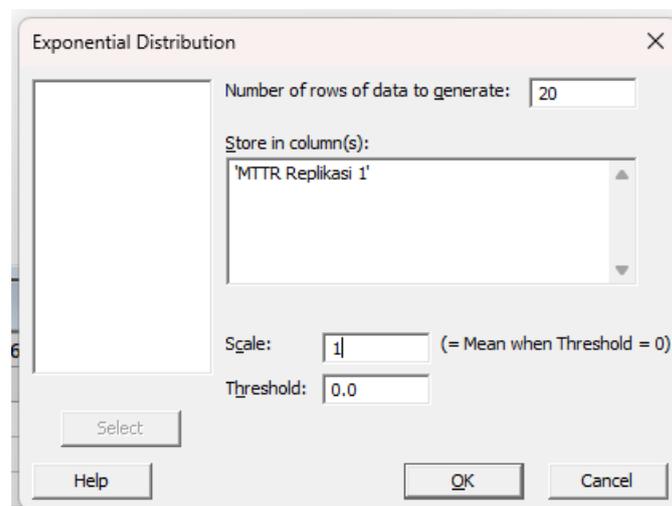
Pada iterasi ke 14 didapatkan EOQ untuk *backup supplier* / kapasitas reservasi yang paling optimum dengan total biaya persediaan paling minimum. Sehingga EOQ reservasi sebesar 45 unit yang dipesan kepada pemasok sebagai opsi alternatif jika pemasok utama mengalami gangguan.

4.2.2 Generate Random Number Variable

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu *Mean Time Between Failure* (MTBF) dan *Mean Time Before Restore* (MTTR). MTBF digunakan untuk menggambarkan waktu antar *breakdown* sebelumnya dengan *breakdown* selanjutnya dari pemasok, sedangkan MTTR menggambarkan waktu yang dibutuhkan pemasok untuk pulih dari *breakdown*. Distribusi yang digunakan untuk *generate random number* dari dua variabel tersebut adalah distribusi eksponensial. *Generate random number* menggunakan *software* Minitab dengan lambda (λ) yang digunakan untuk MTBF sebesar $\frac{1}{8}$ kali dalam seminggu dan pada Minitab *scale* merepresentasikan $\frac{1}{\lambda}$ sehingga nilai yang dimasukkan sebesar 8 yang dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan untuk MTTR sebesar 1 kali dalam seminggu yang dapat dilihat pada Gambar 4.2. Masing-masing lambda tersebut memiliki satuan berupa frekuensi kegagalan / pulih per minggu. Berikut merupakan hasil *generate random number* dengan distribusi eksponensial.



Gambar 4. 1 Generate Random Number MTBF di Minitab



Gambar 4. 2 Generate Random Number MTTR di Minitab

Tabel 4. 10 Hasil Generate Random Number untuk MTBF dan MTTR

No	MTBF	MTTR
1	1.238	1.562
2	2.803	0.354
3	5.858	0.433
4	2.899	0.321
5	4.598	1.234
6	12.332	0.606
7	0.097	1.249
8	8.012	0.348
9	4.035	0.593
10	0.694	0.019
11	0.252	2.355
12	2.606	2.615
13	1.111	0.591
14	7.491	1.731
15	0.028	0.210
16	6.911	1.811
17	0.415	0.428

No	MTBF	MTTR
18	1.188	0.950
19	1.073	0.042
20	1.760	0.887

Dari hasil *random number* tersebut akan dilakukan penyusunan *timeline* untuk waktu *breakdown* dan waktu pulih dari pemasok. Waktu *breakdown* didapatkan dengan cara menjumlahkan waktu pulih sebelumnya dengan hasil *random number* MTBF, sedangkan waktu pulih didapatkan dengan cara menjumlahkan *waktu breakdown* dengan hasil *random number* MTTR. Berikut merupakan tabel yang menggambarkan waktu *breakdown* dan waktu pulih dari pemasok dalam satu periode waktu (satu tahun) dengan waktu per *cycle* adalah mingguan.

Tabel 4. 11 Waktu *Breakdown* dan Waktu Pulih Pemasok

No	Waktu <i>Breakdown</i>	Waktu Pulih
1	1.238	2.800
2	5.603	5.958
3	11.816	12.249
4	15.148	15.470
5	20.067	21.301
6	33.634	34.239
7	34.337	35.585
8	43.597	43.945
9	47.980	48.573
10	49.267	49.286
11	49.538	51.893

4.2.3 *Simulasi Monte Carlo*

Dalam penelitian ini simulasi *monte carlo* dilakukan untuk melihat ketidakpastian dan variabilitas yang terjadi pada waktu *breakdown* dari pemasok utama. Dalam simulasi ini skenario yang akan dilakukan, yaitu *single supplier* dan *backup supplier*. Inputan dari melakukan simulasi ini berupa *random number variable*, EOQ dan komponen biaya persediaan. Sebelum melakukan simulasi, perlu untuk membuat model yang merepresentasikan kondisi *real*. Berikut merupakan model dari simulasi yang telah dibangun.

NO	Week Order	Apakah Order?	Apakah Breakdown?	Week Breakdown	Lama Pulih	Week Pulih	Pulih di Week Sama?	Jumlah Shortage	SINGLE SUPPLIER	BACKUP SUPPLIER
									Shortage Cost	Shortage Cost
1	1.125	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
2	2.250	IYA	IYA	1.238	1.562	2.800	TIDAK	37	Rp1,029,784	Rp0
3	3.375	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
4	4.499	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
5	5.624	IYA	IYA	5.603	0.354	5.958	TIDAK	23	Rp377,982	Rp0
6	6.749	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
7	7.874	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
8	8.999	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
9	10.124	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
10	11.248	IYA	IYA	11.816	0.433	12.249	IYA	0	Rp0	Rp0
11	12.373	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
12	13.498	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
13	14.623	IYA	IYA	15.148	0.321	15.470	IYA	0	Rp0	Rp0
14	15.748	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
15	16.873	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
16	17.997	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
17	19.122	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
18	20.247	IYA	IYA	20.067	1.234	21.301	TIDAK	72	Rp3,774,253	Rp1,454,785
19	21.372	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
20	22.497	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
21	23.622	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
22	24.746	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
23	25.871	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
24	26.996	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
25	28.121	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
26	29.246	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
27	30.371	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
28	31.495	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
29	32.620	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
30	33.745	IYA	IYA	33.634	0.606	34.239	TIDAK	34	Rp829,645	Rp0
31	34.870	IYA	IYA	34.337	1.249	35.585	TIDAK	49	Rp1,737,993	Rp164,021
32	35.995	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
33	37.120	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
34	38.244	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
35	39.369	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
36	40.494	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
37	41.619	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
38	42.744	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
39	43.869	IYA	IYA	43.597	0.348	43.945	TIDAK	5	Rp20,039	Rp0
40	44.993	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
41	46.118	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
42	47.243	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
43	48.368	IYA	IYA	47.980	0.593	48.573	TIDAK	14	Rp143,495	Rp0
44	49.493	IYA	TIDAK	0	0	0	TIDAK BREAKDOWN	0	Rp0	Rp0
45	50.618	TIDAK		49.538	2.355	51.893	TIDAK	89	Rp5,676,975	Rp63,786
46	51.742	IYA	IYA							

Gambar 4. 3 Model Simulasi Monte Carlo

Pada model di atas, terlihat bahwa *random number* MTBF dan MTTF yang telah dikonversi menjadi bentuk waktu *breakdown* dan waktu pulih menjadi inputan untuk menentukan apakah pada *week order* tersebut mengalami *breakdown* atau tidak. Apabila mengalami *breakdown*, selanjutnya dipertanyakan apakah *breakdown* tersebut dapat pulih di *week* yang sama atau tidak. Apabila tidak, maka terjadi *shortage* karena kegagalan pemasok dalam memenuhi pasokan bahan baku kasa, sehingga perusahaan harus menanggung *shortage cost*.

Setelah model untuk simulasi telah dibangun, tahapan yang harus dilakukan adalah menentukan jumlah replikasi yang tepat agar dapat merepresentasikan kondisi *real*. Perhitungan jumlah replikasi menggunakan uji kecukupan data dengan formula sebagai berikut.

$$hw = \frac{\left(t_{n-1, \frac{\alpha}{2}} \right) s}{\sqrt{n}}$$

$$n' = \left[\frac{\left(\frac{Z_{\alpha}}{2} \right) s}{e} \right]^2$$

dimana,

hw = half-width

$t_{n-1, \frac{\alpha}{2}}$ = faktor variabel T dengan derajat kebebasan (n-1) dan $\frac{\alpha}{2}$

α = 1-P (confidence interval)

s = standar deviasi

n' = jumlah replikasi yang harus dilakukan untuk menyatakan ukuran sampel yang cukup.

$Z_{\frac{\alpha}{2}}$ = Z table distribution value

e = absolute error

Berikut merupakan contoh perhitungan replikasi untuk model simulasi *monte carlo* yang telah dibangun dengan jumlah replikasi yang telah ditentukan sebanyak 52 atau $n = 52$ sebagai respons dari total satu periode waktu. Perhitungan ini dilakukan untuk mengevaluasi apakah jumlah replikasi awal sudah mencukupi atau belum. Berikut merupakan perhitungan nilai *half-width*

$$hw = \frac{\left(t_{n-1, \frac{\alpha}{2}} \right) s}{\sqrt{n}}$$

$$hw = \frac{2.007 \times 1026225}{\sqrt{52}}$$

$$hw = 285702.9$$

Selanjutnya, dilakukan perhitungan untuk jumlah replikasi yang harus dilakukan untuk mengetahui jumlah replikasi yang tepat agar dapat menyatakan ukuran sampel cukup.

$$n' = \left[\frac{\left(\frac{Z_{\alpha}}{2} \right) s}{e} \right]^2$$

$$n' = \left[\frac{1.96 \times 1026225}{285702.9} \right]^2$$

$$n' = 49.56 \approx 50$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, didapatkan bahwa jumlah replikasi yang tepat dan sebaiknya dilakukan adalah sebanyak 50 kali replikasi. Berikut merupakan hasil perhitungan total biaya persediaan untuk strategi *single supplier* dan *backup supplier* dengan sebanyak 50 kali replikasi.

Tabel 4. 12 Hasil Simulasi Monte Carlo

HASIL SIMULASI							
Annual Demand	3531	EOQ	76	Average Shortage Cost Single Supplier	Rp 61.974.730	Average Shortage Cost Backup Supplier	Rp 18.494.312
Demand Mingguan	68	Annual Unit Cost	Rp 1.271.262.600	Average Total Cost Single Supplier	Rp 1.541.503.473	Average Total Cost Backup Supplier	Rp 1.506.622.555

Replikasi	Reorder Cost	Holding Cost	Single Supplier		Backup Supplier		Total Breakdown
			Shortage Cost	Total Cost	Shortage Cost	Total Cost	
1	Rp 3.510.779	Rp 212.532.937	Rp 24.462.299	Rp 1.511.768.616	Rp 2.754.573	Rp 1.498.660.390	10
2	Rp 3.588.797	Rp 217.255.891	Rp 10.403.629	Rp 1.502.510.917	Rp 1.854.658	Rp 1.502.561.446	9
3	Rp 3.432.762	Rp 207.809.983	Rp 49.176.245	Rp 1.531.681.590	Rp 12.628.372	Rp 1.503.733.218	6
4	Rp 3.432.762	Rp 207.809.983	Rp 25.345.910	Rp 1.507.851.256	Rp 517.899	Rp 1.491.622.744	8
5	Rp 3.432.762	Rp 207.809.983	Rp 43.435.407	Rp 1.525.940.752	Rp 12.363.918	Rp 1.503.468.763	7
6	Rp 3.276.727	Rp 198.364.075	Rp 62.589.774	Rp 1.535.493.176	Rp 6.838.528	Rp 1.488.341.430	12
7	Rp 3.354.745	Rp 203.087.029	Rp 70.321.111	Rp 1.548.025.485	Rp 17.806.612	Rp 1.504.110.486	8
8	Rp 3.276.727	Rp 198.364.075	Rp 62.820.454	Rp 1.535.723.856	Rp 14.820.254	Rp 1.496.323.157	6
9	Rp 3.276.727	Rp 198.364.075	Rp 92.815.552	Rp 1.565.718.954	Rp 22.515.151	Rp 1.504.018.053	10
10	Rp 3.588.797	Rp 217.255.891	Rp 24.762	Rp 1.492.132.050	Rp -	Rp 1.500.706.788	6
11	Rp 3.432.762	Rp 207.809.983	Rp 38.189.586	Rp 1.520.694.931	Rp 9.547.471	Rp 1.500.652.316	10
12	Rp 3.198.710	Rp 193.641.121	Rp 99.757.963	Rp 1.567.860.394	Rp 22.095.175	Rp 1.498.797.105	10
13	Rp 3.432.762	Rp 207.809.983	Rp 24.617.055	Rp 1.507.122.400	Rp 2.755.474	Rp 1.493.860.319	5
14	Rp 3.510.779	Rp 212.532.937	Rp 84.487.821	Rp 1.571.794.138	Rp 60.589.723	Rp 1.556.495.539	9
15	Rp 3.510.779	Rp 212.532.937	Rp 11.374.058	Rp 1.498.680.374	Rp -	Rp 1.495.905.817	7
16	Rp 3.354.745	Rp 203.087.029	Rp 111.292.413	Rp 1.588.996.787	Rp 41.951.093	Rp 1.528.254.967	7
17	Rp 3.354.745	Rp 203.087.029	Rp 69.863.715	Rp 1.547.568.089	Rp 18.960.718	Rp 1.505.264.592	6
18	Rp 3.198.710	Rp 193.641.121	Rp 45.532.702	Rp 1.513.635.133	Rp 8.164.189	Rp 1.484.866.120	7
19	Rp 3.432.762	Rp 207.809.983	Rp 21.793.605	Rp 1.504.298.950	Rp 645.384	Rp 1.491.750.229	7
20	Rp 3.510.779	Rp 212.532.937	Rp 12.726.731	Rp 1.500.033.048	Rp -	Rp 1.495.905.817	7
21	Rp 3.354.745	Rp 203.087.029	Rp 87.978.269	Rp 1.565.682.642	Rp 30.281.551	Rp 1.516.585.425	8
22	Rp 3.432.762	Rp 207.809.983	Rp 31.999.017	Rp 1.514.504.363	Rp 3.911.789	Rp 1.495.016.634	5

Replikasi	Reorder Cost	Holding Cost	Single Supplier		Backup Supplier		Total Breakdown
			Shortage Cost	Total Cost	Shortage Cost	Total Cost	
23	Rp 3.354.745	Rp 203.087.029	Rp 61.885.649	Rp 1.539.590.023	Rp 15.000.906	Rp 1.501.304.779	7
24	Rp 3.198.710	Rp 193.641.121	Rp 102.008.047	Rp 1.570.110.478	Rp 20.504.108	Rp 1.497.206.038	7
25	Rp 3.510.779	Rp 212.532.937	Rp 26.821.953	Rp 1.514.128.270	Rp 6.390.578	Rp 1.502.296.394	7
26	Rp 3.432.762	Rp 207.809.983	Rp 58.054.360	Rp 1.540.559.705	Rp 17.897.653	Rp 1.509.002.499	8
27	Rp 3.432.762	Rp 207.809.983	Rp 37.920.483	Rp 1.520.425.828	Rp 7.807.480	Rp 1.498.912.325	7
28	Rp 3.588.797	Rp 217.255.891	Rp 3.955.612	Rp 1.496.062.900	Rp 697.426	Rp 1.501.404.214	6
29	Rp 3.276.727	Rp 198.364.075	Rp 69.196.822	Rp 1.542.100.224	Rp 9.734.483	Rp 1.491.237.385	7
30	Rp 3.588.797	Rp 217.255.891	Rp 4.905.059	Rp 1.497.012.347	Rp -	Rp 1.500.706.788	5
31	Rp 3.276.727	Rp 198.364.075	Rp 253.933.020	Rp 1.726.836.422	Rp 173.810.385	Rp 1.655.313.287	8
32	Rp 3.354.745	Rp 203.087.029	Rp 59.480.766	Rp 1.537.185.140	Rp 12.055.330	Rp 1.498.359.204	8
33	Rp 3.198.710	Rp 193.641.121	Rp 149.380.666	Rp 1.617.483.097	Rp 41.512.363	Rp 1.518.214.294	7
34	Rp 3.432.762	Rp 207.809.983	Rp 54.476.589	Rp 1.536.981.934	Rp 18.194.847	Rp 1.509.299.692	10
35	Rp 3.354.745	Rp 203.087.029	Rp 69.897.699	Rp 1.547.602.073	Rp 20.349.184	Rp 1.506.653.057	7
36	Rp 3.354.745	Rp 203.087.029	Rp 51.267.670	Rp 1.528.972.044	Rp 8.220.375	Rp 1.494.524.249	9
37	Rp 3.432.762	Rp 207.809.983	Rp 72.499.210	Rp 1.555.004.555	Rp 27.940.965	Rp 1.519.045.810	8
38	Rp 3.432.762	Rp 207.809.983	Rp 57.328.434	Rp 1.539.833.780	Rp 17.033.319	Rp 1.508.138.164	11
39	Rp 3.432.762	Rp 207.809.983	Rp 49.336.551	Rp 1.531.841.896	Rp 11.292.151	Rp 1.502.396.997	8
40	Rp 2.886.641	Rp 174.749.304	Rp 293.843.732	Rp 1.742.742.277	Rp 102.812.418	Rp 1.560.310.463	11
41	Rp 3.120.693	Rp 188.918.167	Rp 112.486.907	Rp 1.575.788.367	Rp 22.195.516	Rp 1.494.096.476	9
42	Rp 3.198.710	Rp 193.641.121	Rp 104.991.682	Rp 1.573.094.112	Rp 25.506.751	Rp 1.502.208.681	7
43	Rp 3.354.745	Rp 203.087.029	Rp 25.668.267	Rp 1.503.372.641	Rp -	Rp 1.486.303.874	6
44	Rp 3.510.779	Rp 212.532.937	Rp 18.653.685	Rp 1.505.960.002	Rp 5.076.310	Rp 1.500.982.127	8
45	Rp 3.276.727	Rp 198.364.075	Rp 92.921.121	Rp 1.565.824.523	Rp 21.326.083	Rp 1.502.828.986	6
46	Rp 3.432.762	Rp 207.809.983	Rp 59.002.787	Rp 1.541.508.132	Rp 19.484.325	Rp 1.510.589.170	7
47	Rp 3.510.779	Rp 212.532.937	Rp 22.090.972	Rp 1.509.397.289	Rp 6.680.258	Rp 1.502.586.075	7
48	Rp 3.276.727	Rp 198.364.075	Rp 72.698.224	Rp 1.545.601.626	Rp 17.090.223	Rp 1.498.593.125	10
49	Rp 3.510.779	Rp 212.532.937	Rp 17.909.272	Rp 1.505.215.588	Rp 2.084.070	Rp 1.497.989.887	10

Replikasi	Reorder Cost	Holding Cost	Single Supplier		Backup Supplier		Total Breakdown
			Shortage Cost	Total Cost	Shortage Cost	Total Cost	
50	Rp 3.588.797	Rp 217.255.891	Rp 15.113.166	Rp 1.507.220.454	Rp 3.015.572	Rp 1.503.722.360	6

4.2.4 Analisis Sensitivitas

Dalam melakukan analisis sensitivitas ini yang dilakukan perubahan untuk melihat dampak yang terjadi pada total biaya persediaan, apabila variabel tersebut dilakukan perubahan. Variabel yang akan diubah meliputi MTBF, MTTR dan biaya kapasitas reservasi. Untuk MTBF perubahan yang akan dilakukan terjadi pada lambda (λ), dimana lambda tersebut akan dinaikkan dan diturunkan dengan nilai yang akan digunakan, di antaranya 6, 7, 9 dan 10. Sedangkan untuk MTTR nilai lambda yang akan digunakan meliputi, 0.5, 0.75, 1.25 dan 1.5. Dan untuk biaya reservasi juga akan dinaik turunkan untuk persentasenya, dimana untuk biaya reservasi kondisi eksisting sebesar 1% dari *unit cost* dan untuk analisis sensitivitas ini akan diubah nilainya menjadi 0.5%, 0.75%, 1.25% dan 1.5% dari *unit cost*. Analisis sensitivitas yang akan dilakukan secara *one-way*, dimana variabel tersebut akan dilakukan perubahan nilai masing-masing dan tidak saling terkait. Berikut merupakan hasil dari analisis sensitivitas untuk MTBF, MTTR dan biaya kapasitas reservasi.

Tabel 4. 13 Hasil Analisis Sensitivitas MTBF untuk Komponen Biaya Persediaan

Analisis Sensitivitas (MTBF)	Rata-Rata Reorder Cost	Rata-Rata Holding Cost	Rata-Rata Shortage Cost Single Supplier	Rata-Rata Shortage Cost Backup Supplier
8 (Kondisi Eksisting)	Rp 3.384.391	Rp 204.881.752	Rp 61.974.730	Rp18.494.312
6 (-25%)	Rp 2.285.952	Rp 204.976.211	Rp 66.260.997	Rp 21.835.305
7 (-13%)	Rp 3.428.081	Rp 207.337.688	Rp 48.259.804	Rp 13.184.615
9 (+13%)	Rp 3.468.650	Rp 209.982.542	Rp 36.629.397	Rp 10.847.124
10 (+25%)	Rp 3.478.012	Rp 210.549.297	Rp 32.234.569	Rp 8.226.719

Tabel 4. 14 Hasil Analisis Sensitivitas MTBF untuk Total Biaya Persediaan

Analisis Sensitivitas (MTBF)	Rata-Rata Total Biaya Persediaan Single Supplier	Rata-Rata Total Biaya Persediaan Backup Supplier
8 (Kondisi Eksisting)	Rp 1.541.503.473	Rp 1.506.622.555
6 (-25%)	Rp 1.545.885.759	Rp 1.510.059.567
7 (-13%)	Rp 1.530.093.013	Rp 1.503.604.273
9 (+13%)	Rp 1.521.343.189	Rp 1.504.160.416
10 (+25%)	Rp 1.517.524.478	Rp 1.502.116.128

Tabel 4. 15 Hasil Analisis Sensitivitas MTBF untuk Tingkat Keandalan Pemasok

Analisis Sensitivitas (MTBF)	Rata-Rata Frekuensi Pemasok Mengalami Breakdown	Rata-Rata Frekuensi Pemasok Mengalami Pulih Dalam Week yang Sama	Rata-Rata Frekuensi Pemasok Mengalami Pulih Dalam Week yang Berbeda
8 (Kondisi Eksisting)	8	3	5
6 (-25%)	8	3	5
7 (-13%)	6	2	4
9 (+13%)	6	2	4
10 (+25%)	5	2	3

Tabel 4. 16 Hasil Analisis Sensitivitas MTTR untuk Komponen Biaya Persediaan

Analisis Sensitivitas (MTTR)	Rata-Rata Reorder Cost	Rata-Rata Holding Cost	Rata-Rata Shortage Cost Single Supplier	Rata-Rata Shortage Cost Backup Supplier
1 (Kondisi Eksisting)	Rp 3.384.391	Rp 204.881.752	Rp 61.974.730	Rp18.494.312
0,5 (-50%)	Rp 3.565.391	Rp 215.839.005	Rp 8.516.640	Rp 1.439.740
0,75 (-25%)	Rp 3.479.572	Rp 211.588.346	Rp 25.661.380	Rp 5.707.175
1,25 (+25%)	Rp 3.337.581	Rp 202.236.897	Rp 80.919.325	Rp 5.788.447
1,5 (+50%)	Rp3.258.003	Rp197.419.484	Rp125.774.410	Rp 43.824.303

Tabel 4. 17 Hasil Analisis Sensitivitas MTTR untuk Total Biaya Persediaan

Analisis Sensitivitas (MTTR)	Rata-Rata Total Biaya Persediaan Single Supplier	Rata-Rata Total Biaya Persediaan Backup Supplier
1 (Kondisi Eksisting)	Rp 1.541.503.473	Rp1.506.622.555
0,5 (-50%)	Rp 1.499.183.636	Rp 1.500.706.236
0,75 (-25%)	Rp 1.512.007.502	Rp 1.500.652.797
1,25 (+25%)	Rp 1.558.522.665	Rp 1.510.034.532
1,5 (+50%)	Rp 1.597.717.618	Rp 1.524.367.011

Tabel 4. 18 Hasil Analisis Sensitivitas MTTR untuk Tingkat Keandalan Pemasok

Analisis Sensitivitas (MTTR)	Rata-Rata Frekuensi Pemasok Mengalami Breakdown	Rata-Rata Frekuensi Pemasok Mengalami Pulih Dalam Week yang Sama	Rata-Rata Frekuensi Pemasok Mengalami Pulih Dalam Week yang Berbeda
1 (Kondisi Eksisting)	8	3	5
0,5 (-50%)	9	5	4
0,75 (-25%)	8	4	4
1,25 (+25%)	8	3	5
1,5 (+50%)	8	3	5

Tabel 4. 19 Analisis Sensitivitas Biaya Kapasitas Reservasi

Analisis Sensitivitas (Biaya Kapasitas Reservasi)	Biaya Kapasitas Reservasi (per unit)	Shortage Cost	Rata-Rata Total Biaya Persediaan
<i>Single supplier</i> (Kondisi Eksisting)	-	Rp 61.974.730	Rp 1.541.503.473
1% dari <i>Unit Cost</i> (Kondisi Eksisting)	Rp 3.675	Rp 18.494.312	Rp 1.506.622.555
0,5% dari <i>Unit Cost</i> (-50%)	Rp 1.838	Rp 15.244.768	Rp 1.498.975.363
0,75% dari <i>Unit Cost</i> (-25%)	Rp 2.756	Rp 16.051.842	Rp 1.501.980.087
1,25% dari <i>Unit Cost</i> (+25%)	Rp 4.594	Rp 18.545.833	Rp 1.508.343.853
1,5% dari <i>Unit Cost</i> (+50%)	Rp 5.513	Rp 20.242.115	Rp 1.511.616.710

Analisis Sensitivitas (Biaya Kapasitas Reservasi)	Biaya Kapasitas Reservasi (per unit)	<i>Shortage Cost</i>	Rata-Rata Total Biaya Persediaan
1,75% dari <i>Unit Cost</i> (+75%)	Rp 6.431	Rp 28.685.394	Rp 1.519.104.490
2% dari <i>Unit Cost</i> (+100%)	Rp 7.350	Rp 39.299.270	Rp 1.527.138.516
2,25% dari <i>Unit Cost</i> (+125%)	Rp 8.269	Rp 60.980.788	Rp 1.549.082.987

BAB V ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai analisis dan pembahasan berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan dan ditampilkan pada bab sebelumnya. Adapun analisis yang akan dilakukan meliputi perbandingan total biaya persediaan antara dua strategi diversifikasi pemasok yaitu *single* dan *backup supplier*, analisis tingkat reliabilitas pemasok utama terhadap strategi diversifikasi pemasok dan analisis sensitivitas berdasarkan tiga variabel, di antaranya MTBF, MTTR dan biaya kapasitas reservasi.

5.1 Analisis Perbandingan Total Biaya Persediaan *Single Supplier* dan *Backup Supplier*

Pada bagian ini dilakukan analisis terkait perbandingan total biaya persediaan dari strategi diversifikasi antara *single* dan *backup supplier* berdasarkan hasil pengolahan data pada bab sebelumnya. Total biaya persediaan terdiri dari beberapa komponen, di antaranya *unit cost*, *reorder cost*, *holding cost* dan *shortage cost*. Hasil perhitungan dari total biaya persediaan untuk dua strategi tersebut dapat ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 5. 1 Perbandingan Komponen Biaya Persediaan untuk Strategi Diversifikasi Pemasok

Strategi Diversifikasi Pemasok	<i>Unit Cost</i>	<i>Reorder Cost</i>	<i>Holding Cost</i>	<i>Shortage Cost</i>	Total Biaya Persediaan
<i>Single supplier</i>	Rp1.271.262.600	Rp3.384.391	Rp204.881.752	Rp61.974.730	Rp 1.541.503.473
<i>Backup supplier</i>				Rp18.494.312	Rp 1.506.622.555

Berdasarkan tabel 5.1 di atas, dapat diketahui bahwa kedua strategi tersebut memiliki hasil komponen biaya yang sama untuk *unit cost*, *reorder cost* dan *holding cost*. *Unit cost* antara *single* maupun *backup supplier* memiliki biaya yang sama sebesar Rp 1.271.262.600 karena dalam perhitungannya hanya melibatkan biaya per unit dari bahan baku dengan jumlah *demand* dalam setahun sehingga strategi apa pun yang digunakan akan memiliki biaya yang sama. *Reorder cost* memiliki biaya yang sama sebesar Rp 3.384.391 karena dalam perhitungan *reorder cost* yang dipertimbangkan dari jumlah perusahaan melakukan pemesanan dengan biaya per sekali pesan bahan baku. Dan untuk *holding cost*, sama seperti komponen biaya sebelumnya dalam *holding cost* juga tidak mempertimbangkan hal yang membedakan antara *single* dan *backup supplier*. Dalam hal ini *holding cost* dari keduanya didapatkan sebesar Rp 204.881.752.

Perbandingan antara *single* dan *backup supplier* dapat dilakukan untuk komponen biaya berupa *shortage cost*. *Shortage cost* dalam penelitian ini didefinisikan sebagai biaya yang timbul karena perusahaan tidak dapat memenuhi permintaan yang disebabkan oleh pemasok yang mengalami gangguan sehingga pasokan bahan baku tidak terpenuhi. *Shortage cost* untuk *single supplier* sebesar Rp 61.974.730 sedangkan untuk *backup supplier* sebesar Rp 18.494.312. Perbedaan *shortage cost* antara keduanya sebesar Rp 43.480.418, nilai yang cukup besar yang harus dikeluarkan oleh perusahaan untuk menanggung risiko akibat pemasok yang mengalami gangguan. Risiko tersebut tidak hanya dari biaya yang dikeluarkan, akan tetapi reputasi dari perusahaan juga mengalami penurunan. Selain itu, konsumen juga dapat beralih ke produk lainnya akibat ketersediaan produk dari perusahaan yang tidak ada di pasaran. Dampak yang terjadi akibat pemasok yang mengalami gangguan akan sangat merugikan bagi perusahaan. Dengan adanya *backup supplier* risiko dan biaya kerugian yang dialami oleh perusahaan dapat diminimalisir. *Backup supplier* dilakukan sebagai opsi alternatif apabila pemasok utama mengalami gangguan. *Backup supplier* akan memasok pasokan bahan baku selama pemasok utama tidak dapat memenuhi atau mengalami gangguan. Jumlah dari bahan

baku yang dipasok oleh *backup supplier* ini juga terbatas, jumlah tersebut bergantung pada jumlah kapasitas reservasi yang dipesan oleh perusahaan terhadap pemasok alternatif. Kapasitas reservasi ini berupa jumlah kapasitas bahan baku yang dipesan oleh perusahaan yang dapat dibeli dan wajib disediakan oleh pemasok alternatif kapan pun perusahaan membutuhkannya. Sebagai penjaminan dari pemesanan pasokan tersebut, perusahaan diwajibkan untuk membayar biaya sejumlah kapasitas yang dipesan untuk tiap bulannya walaupun kapasitas tersebut tidak digunakan oleh perusahaan. Biaya untuk pemesanan kapasitas ini berbeda dengan biaya pemesanan bahan baku. Jumlah kapasitas yang perlu dilakukan pemesanan kepada pemasok juga harus dipertimbangkan dengan baik bagi perusahaan. Jumlah yang terlalu banyak hanya akan menimbulkan biaya tambahan bagi perusahaan karena perhitungannya berdasarkan unit kapasitas yang dipesan. Sedangkan jumlah yang terlalu sedikit juga kurang efektif dalam memenuhi pasokan selama pemasok utama mengalami gangguan sehingga *shortage cost* yang dihasilkan juga masih cukup besar. Berdasarkan *shortage cost*, *backup supplier* dapat dipertimbangkan sebagai pilihan untuk dapat mengurangi risiko tidak terpenuhinya pasokan bahan baku karena jumlah bahan baku yang tidak terpenuhi tersebut dapat dipenuhi berdasarkan jumlah kapasitas yang telah dipesan melalui pemasok alternatif.

Total biaya persediaan antara *single* dan *backup supplier* memiliki perbedaan yang cukup signifikan akibat adanya perbedaan komponen biaya di dalamnya. Untuk *backup supplier* selain mempertimbangkan empat komponen biaya persediaan tersebut, strategi ini juga memperhitungkan biaya kapasitas reservasi yang harus ditanggung perusahaan untuk dapat terus memenuhi kebutuhan konsumen selama pemasok utama mengalami gangguan. Total biaya persediaan dari *single supplier* sebesar Rp 1.541.503.473 sedangkan *backup supplier* sebesar Rp 1.506.622.555,-. Perbedaan total biaya di antara kedua strategi tersebut sebesar Rp 34.880.918. Perbedaan biaya tersebut berbeda dengan perbedaan *shortage cost* karena terdapat biaya kapasitas reservasi yang harus ditanggung. Kapasitas reservasi mempunyai peranan penting untuk menjadi penentu apakah perusahaan harus berpindah ke *backup supplier* atau tidak, berdasarkan *trade off* antara biaya kapasitas reservasi dengan *shortage cost* yang harus ditanggung oleh perusahaan. Jika *shortage cost* lebih besar dibandingkan dengan biaya kapasitas reservasi, maka *backup supplier* dapat menjadi pilihan terbaik untuk menjadi strategi pengadaan. Sedangkan, jika *shortage cost* lebih rendah dibandingkan biaya kapasitas reservasi, maka *single supplier* menjadi opsi yang lebih baik. Pada hasil perhitungan didapatkan bahwa biaya kapasitas reservasi yang harus ditanggung perusahaan apabila memilih *backup supplier* adalah Rp 8.599.500,-. *Backup supplier* dapat digunakan dan menjadi opsi terbaik, jika *shortage cost* yang ditanggung perusahaan lebih dari nilai tersebut. Dan pada penelitian ini terbukti bahwa *shortage cost* yang harus ditanggung sebesar 61 juta sehingga opsi pemilihan *backup supplier* dan mengurangi *shortage cost* tersebut hingga menjadi 18 juta. Penurunan biaya hingga mencapai 66% untuk *shortage cost*. Nilai tersebut cukup besar mengingat risiko-risiko yang harus ditanggung oleh perusahaan tidak hanya biaya, tetapi juga nilai pasar bagi perusahaan di mata konsumen. Dan untuk perusahaan yang produknya harus tersedia selalu di pasar menggunakan *single supplier* sangatlah berisiko untuk pemasok yang memiliki keandalan yang rendah. Pemasok yang sering mengalami gangguan memiliki keandalan yang rendah dapat menyebabkan kerugian yang sangat besar bagi perusahaan. Akan tetapi, penggunaan *backup supplier* bukanlah pilihan yang tepat untuk perusahaan yang memiliki pemasok dengan keandalan yang tinggi. Memilih *backup supplier* untuk kondisi tersebut hanya akan merugikan dan menambah biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan akibat biaya kapasitas reservasi yang harus selalu dibayarkan walaupun tidak digunakan. Pada kondisi tersebut *single supplier* menjadi pilihan yang tepat karena perusahaan akan selalu mendapatkan pasokan bahan baku tanpa pemasok mengalami gangguan dan tidak perlu melakukan pembayaran terhadap kapasitas reservasi pada pemasok

alternatif. Kondisi yang tepat untuk penggunaan *backup supplier*, apabila keandalan dari pemasok sangat rendah dengan pemasok sering mengalami gangguan. Dengan adanya *backup supplier* ini jumlah bahan baku yang tidak dapat dipenuhi selama pemasok mengalami gangguan dapat dipenuhi sesuai dengan jumlah kapasitas yang telah dipesan pada pemasok alternatif. Dengan demikian, berdasarkan total biaya persediaan dari kedua strategi tersebut diketahui bahwa *backup supplier* dapat menjadi pilihan untuk kondisi pemasok utama dengan keandalan yang rendah karena total biaya persediaan yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan dengan *single supplier*.

5.2 Analisis Tingkat Keandalan Pemasok Utama

Tingkat reliabilitas pemasok utama menjadi hal yang sangat penting untuk dipertimbangkan. Reliabilitas pemasok ini menjadi penentu perusahaan dalam memilih strategi diversifikasi pemasok yang tepat. Berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan dalam menyimulasikan kondisi dimana pemasok mengalami gangguan dapat dilihat pada grafik berikut.

Tabel 5. 2 Tingkat Keandalan Pemasok Utama

Total Order	Rata-Rata Frekuensi Pemasok Breakdown	Rata-Rata Frekuensi Pemasok Pulih dalam Week yang Sama	Rata-Rata Frekuensi Pemasok Pulih dalam Week yang Berbeda	Waktu Terlama Pulih	Waktu Tercepat Pulih
46 kali dalam setahun	8 kali dalam setahun	3 kali dalam setahun	5 kali dalam setahun	5 week	1 week

Berdasarkan tabel 5.2 di atas hasil dari simulasi dengan replikasi sebanyak 50 kali didapatkan bahwa rata-rata pemasok utama mengalami gangguan dan tidak dapat memenuhi pasokan bahan baku sebanyak 8 kali dalam setahun. Apabila dibandingkan dengan total *order* yang dilakukan dalam setahun sebanyak 46 kali, persentase pemasok utama mengalami gangguan sebesar 17%. Angka tersebut cukup kecil karena dibandingkan dengan total *order* yang dilakukan. Akan tetapi, angka tersebut sangat berpengaruh terhadap *shortage cost* yang ditanggung oleh perusahaan. Persentase tersebut dapat dikatakan tidak signifikan terhadap perusahaan apabila hanya mempertimbangkan banyaknya pemasok mengalami gangguan. Persentase tersebut menjadi sangat berpengaruh apabila setiap terjadi gangguan, pemasok mengalami pemulihan yang cukup lama yang menyebabkan pasokan bahan baku menjadi terganggu. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pemulihan pemasok paling lama terjadi selama 5 minggu sehingga dalam waktu tersebut pemasok tidak dapat memenuhi pasokan bahan baku. Sedangkan, waktu pemulihan paling cepat berada pada 1 minggu. Pemulihan tercepat dari pemasok ini masih mengganggu waktu *order* dari perusahaan kepada pemasok, sehingga dalam hal ini *shortage cost* masih diperhitungkan.

Rata-rata pemasok mengalami gangguan tersebut dapat dibagi menjadi dua kategori berdasarkan *week* untuk waktu pemulihannya. Pertimbangan *week* ini merupakan *week order* dari perusahaan kepada pemasok. Berdasarkan hasil simulasi didapatkan bahwa rata-rata pemasok dapat pulih dalam *week* yang sama dengan waktu *breakdown*-nya sebanyak 3 kali dalam setahun dengan persentase sebesar 38%. Sedangkan, rata-rata pemasok pulih dalam *week* yang berbeda dengan waktu *breakdown*-nya sebanyak 5 kali dengan persentase sebesar 72%. Pemasok yang pulih di *week* yang sama dengan waktu *breakdown*-nya tidak akan mempengaruhi waktu *order* perusahaan kepada pemasok sehingga tidak ada biaya yang perlu

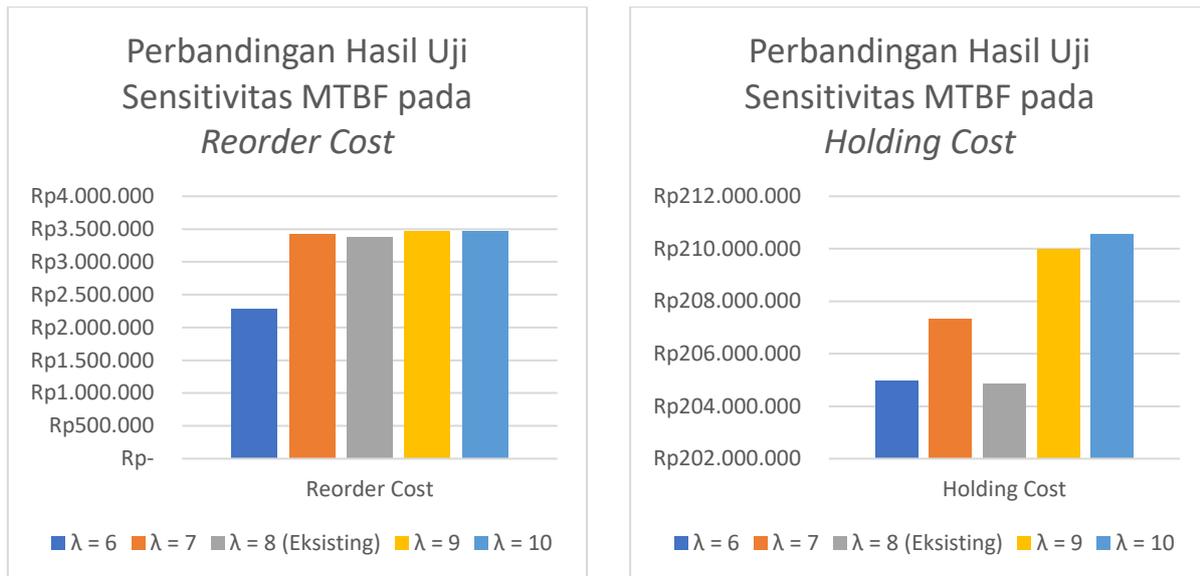
dipertimbangkan. Akan tetapi, keandalan dari pemasok tersebut menjadi berkurang karena persentase pemasok mengalami gangguan meningkat. Pemasok yang mengalami gangguan dan pulih di *week* yang berbeda dari waktu *breakdown*-nya tersebut dapat mempengaruhi waktu *order* yang seharusnya dilakukan oleh perusahaan. Waktu tersebut seharusnya pemasok melakukan pengiriman terkait pasokan bahan baku, akan tetapi pemasok mengalami gangguan yang mengakibatkan pasokan tidak dapat dipenuhi sehingga menyebabkan *shortage*. Pemasok akan dapat memasok bahan baku setelah pulih dari gangguan sehingga jumlah *shortage* diperhitungkan berdasarkan lama waktu pemasok pulih dari gangguan dan dapat memenuhi kembali. *Shortage* tersebut diperhitungkan sebagai biaya kerugian dari perusahaan karena tidak terpenuhinya pasokan bahan baku dan menyebabkan permintaan dari konsumen juga tidak dapat terpenuhi. Persentase pemasok pulih di *week* yang berbeda dengan waktu *breakdown*-nya lebih besar dibandingkan persentase pemasok pulih di *week* yang sama. Sehingga *shortage* yang dialami oleh perusahaan cukup besar dan keandalan dari pemasok rendah. Pemasok dengan keandalan yang rendah mengalami gangguan yang sering dan dengan pemulihan yang cukup lama. Hal tersebut perlu menjadi fokus bagi perusahaan agar dapat mengurangi kerugian akibat keandalan pemasok yang rendah.

5.3 Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan untuk menguji sensitivitas model strategi diversifikasi pemasok melalui perubahan pada variabel tertentu. Analisis sensitivitas yang dilakukan penelitian ini adalah sensitivitas *one-way*, yaitu masing-masing variabel dilakukan perubahan secara independen dan tidak saling terkait antar variabel lainnya. Analisis sensitivitas ini dilakukan untuk melihat dampak perubahan dari satu variabel tertentu terhadap variabel terikat, yakni komponen biaya persediaan (*reorder cost*, *holding cost* dan *shortage cost*), total biaya persediaan dan tingkat reliabilitas dari pemasok utama. Variabel individu yang akan diujikan adalah *Mean Time Between Failure* (MTBF), *Mean Time to Restore* (MTTR), dan biaya kapasitas reservasi. Pada uji sensitivitas pada MTBF dilakukan peningkatan lambda menjadi 9 dan 10 serta penurunan lambda menjadi 6 dan 7 dari kondisi eksisting lambda yang digunakan sebesar 8. Sedangkan, untuk uji sensitivitas MTTR dilakukan peningkatan lambda menjadi 1,25 dan 1,5 serta penurunan menjadi 0,5 dan 0,75 dengan kondisi eksisting lambda yang digunakan sebesar 1. Sementara itu, untuk biaya kapasitas reservasi dilakukan peningkatan menjadi 1,25% dan 1,5% dari *unit cost* serta penurunan menjadi 0,5% dan 0,75% dari *unit cost* dengan kondisi eksisting sebesar 1% dari *unit cost*. Semua uji analisis sensitivitas tersebut dilakukan untuk dua strategi diversifikasi pemasok. Berdasarkan hasil perhitungan dan komputasi melalui simulasi yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, maka analisis sensitivitas pada bagian ini diuraikan menjadi tiga bagian, di antaranya berdasarkan MTBF, MTTR dan biaya kapasitas reservasi.

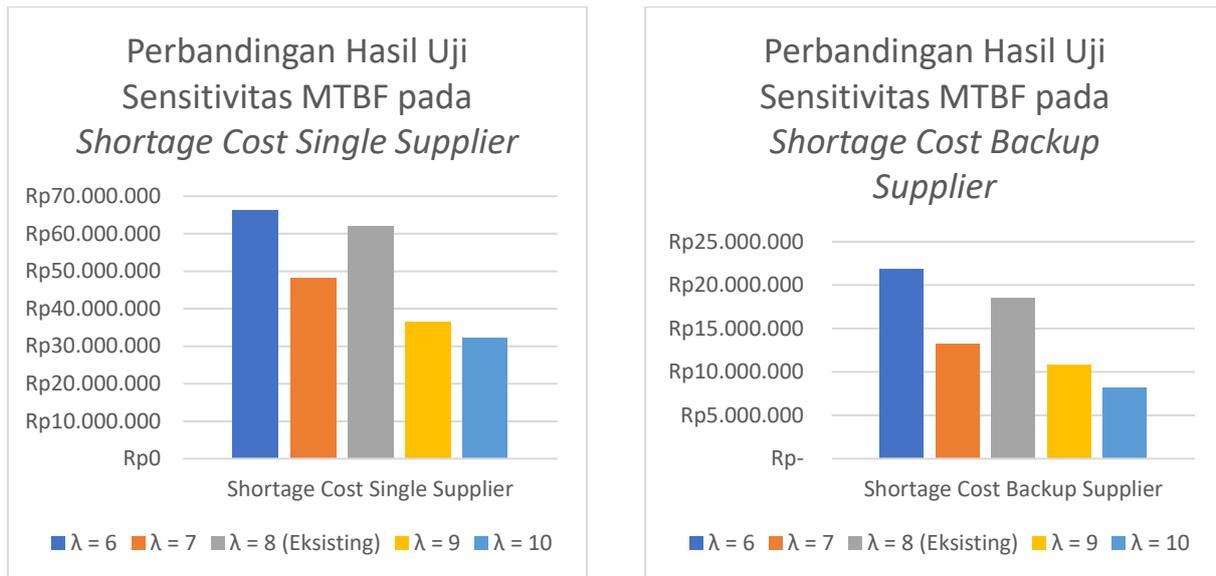
5.3.1 Analisis Sensitivitas Berdasarkan Variabel Mean Time Between Failure (MTBF)

Analisis sensitivitas dilakukan pada model strategi diversifikasi pemasok untuk melihat perubahan yang terjadi pada variabel MTBF dapat mempengaruhi variabel lainnya. Pada uji analisis MTBF ini terdapat 4 skenario yang berbeda, dimana dilakukan peningkatan dan penurunan terhadap lambda untuk MTBF. Peningkatan lambda yang dilakukan menjadi 9 dan 10, sedangkan penurunannya menjadi 6 dan 7 dengan kondisi eksisting lambda sebesar 8. Hasil dari 4 skenario tersebut dapat digambarkan pada grafik di bawah ini untuk melihat pengaruh perubahan MTBF pada variabel komponen biaya yang terdiri dari *reorder cost*, *holding cost* dan *shortage cost* untuk *single* maupun *backup supplier*.



Gambar 5. 1 Grafik Perbandingan Komponen Biaya Persediaan (*Reorder Cost* dan *Holding Cost*) pada Uji Sensitivitas MTBF

Pada grafik di atas, didapatkan bahwa untuk *reorder cost* memiliki nilai yang hampir sama untuk setiap skenario. Perbedaan paling signifikan terjadi pada lambda 6, dimana nilai *reorder cost* yang muncul sangat rendah sebesar Rp 2.285.952 dibandingkan dengan skenario lainnya ataupun pada kondisi eksisting untuk model strategi diversifikasi pemasok. Pada skenario lainnya memiliki perbedaan yang tidak signifikan tetapi dengan penambahan nilai lambda menghasilkan nilai *reorder cost* yang meningkat pula. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai lambda 7 menghasilkan *reorder cost* sebesar Rp 3.428.081 dibandingkan dengan *reorder cost* kondisi eksisting dengan lambda 8 sebesar Rp 3.384.391 dan *reorder cost* dengan nilai lambda 9 sebesar Rp 3.468.650,-. Hasil tersebut menunjukkan semakin besar lambda pada MTBF, maka nilai *reorder cost* meningkat, begitupun sebaliknya. Sedangkan untuk komponen biaya *holding cost*, berdasarkan grafik di atas didapatkan bahwa terjadi perubahan yang tidak linear. Perubahan tersebut terjadi pada penurunan *holding cost* pada lambda kondisi eksisting, sedangkan kondisi skenario untuk lambda 6 dan 7 maupun 9 dan 10 mengalami peningkatan setiap lambda tersebut mengalami penambahan nilai. Hal tersebut dibuktikan dengan nilai untuk *holding cost* lambda 6 sebesar Rp 204.976.211 dan untuk lambda 7 sebesar Rp 207.337.688, dari penambahan nilai lambda tersebut terjadi peningkatan *holding cost* pula. Akan tetapi pada lambda 8 atau kondisi eksisting terjadi penurunan menjadi sebesar Rp 204.881.752 dan kemudian naik kembali pada lambda 9 dan lambda 10. Sehingga secara nilai dapat disimpulkan bahwa perubahan MTBF mempengaruhi *holding cost*.

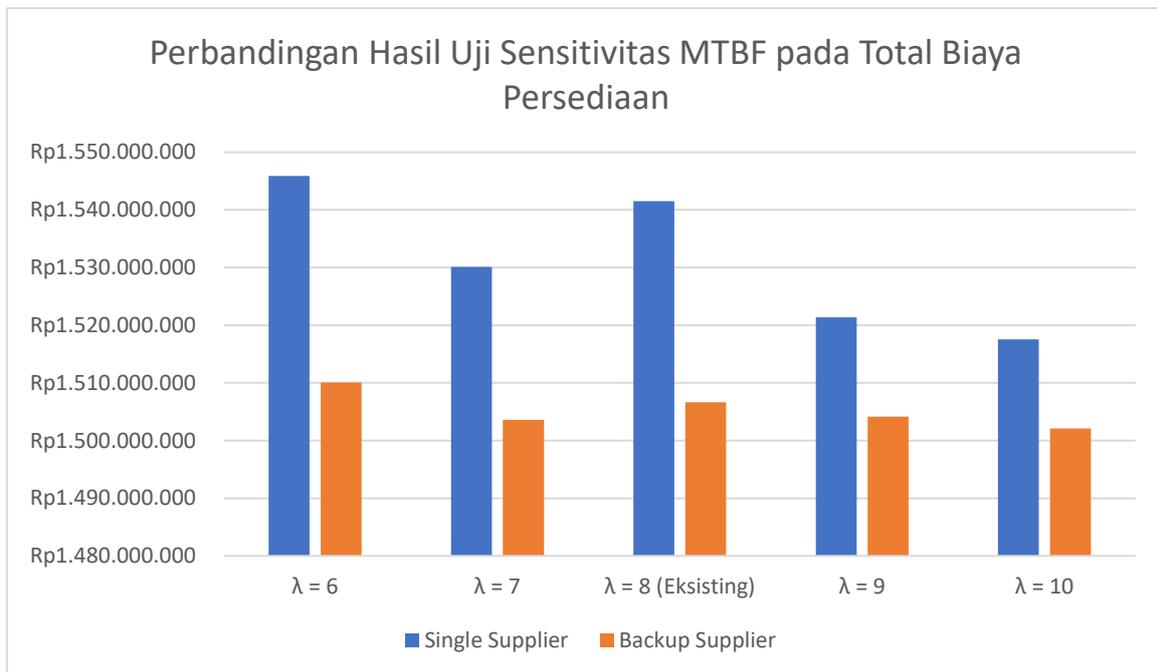


Gambar 5. 2 Grafik Perbandingan Komponen Biaya Persediaan (*Shortage Cost Single dan Backup supplier*) pada Uji Sensitivitas MTBF

Untuk komponen *shortage cost* juga mengalami perubahan akibat uji sensitivitas pada MTBF dengan 4 skenario yang berbeda. *Shortage cost* dibedakan untuk *single* dan *backup supplier*. Berdasarkan grafik di atas, dapat dilihat bahwa peningkatan dan penurunan dari lambda pada MTBF mempengaruhi *shortage cost* untuk menghasilkan nilai yang meningkat dan menurun. Pada *shortage cost* untuk lambda 6 memiliki nilai yang paling besar dibandingkan skenario lainnya ataupun pada kondisi eksisting. Hal tersebut berlaku untuk *shortage cost* pada model *single* maupun *backup supplier*. Perbedaan di antara kedua model tersebut hanya terdapat pada nilai *shortage cost*-nya. Untuk *single supplier*, nilai *shortage cost* yang didapatkan lebih besar dibandingkan dengan model *backup supplier*. Hasil dari uji sensitivitas untuk 4 skenario yang berbeda didapatkan bahwa setiap peningkatan lambda yang digunakan untuk merepresentasikan waktu antar pemasok mengalami gangguan, maka terjadi penurunan pada besarnya nilai *shortage cost* yang harus ditanggung oleh perusahaan. Hal tersebut disebabkan semakin besar nilai lambda, maka frekuensi pemasok mengalami kegagalan pada periode waktu *order* juga semakin menurun. Hasil uji sensitivitas pada MTBF terhadap *shortage cost* memiliki sensitivitas yang tinggi, dimana perubahan nilai MTBF yang kecil menyebabkan persentase perubahan yang besar. Perubahan tersebut cenderung pada penurunan *shortage cost* untuk setiap kenaikan MTBF. Dari penurunan tersebut menyebabkan perusahaan semakin cenderung memilih strategi *single supplier* untuk peningkatan nilai MTBF, begitupun sebaliknya. Pemilihan *single supplier* tersebut disebabkan semakin tinggi nilai lambda pada MTBF, maka frekuensi kegagalan juga semakin berkurang yang menyebabkan nilai *shortage cost* yang harus ditanggung juga semakin kecil. Pada hasil uji sensitivitas, apabila *shortage cost* untuk *single* dan *backup supplier* untuk setiap skenario diperbandingkan selisih di antara keduanya berada pada rentang 36% hingga 67% lebih rendah *backup supplier*. Selisih terbesar berada pada lambda dengan nilai 6 atau penurunan lambda sebesar 25% dari kondisi eksisting sebesar 67,05%. Sehingga semakin kecil nilai lambda, maka semakin besar pula selisih antara strategi *single* dengan *backup supplier* yang tentunya mengurangi *shortage cost* yang harus ditanggung oleh perusahaan. Dari penurunan tersebut menyebabkan perusahaan semakin cenderung memilih strategi *single supplier* untuk peningkatan nilai MTBF, begitupun sebaliknya.

Beberapa komponen biaya yang telah dilakukan uji sensitivitas dan perhitungan, selanjutnya komponen biaya tersebut diperhitungkan dalam satu kesatuan menjadi total biaya

persediaan. Pada variabel ini juga ditinjau perubahan yang terjadi akibat uji sensitivitas pada MTBF dengan 4 skenario yang berbeda. Hasil tersebut dapat dilihat melalui grafik pada Gambar 5.3 sebagai berikut.

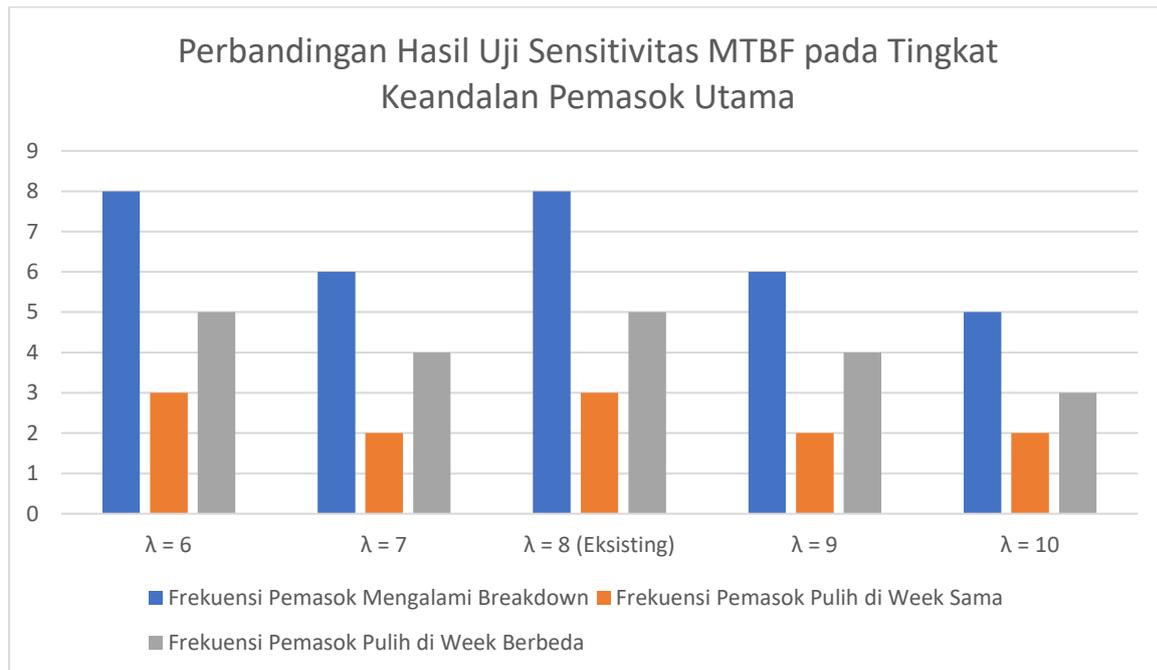


Gambar 5. 3 Grafik Perbandingan Total Biaya Persediaan untuk Strategi Diversifikasi Pemasok pada Uji Sensitivitas MTBF

Pada grafik di atas, dilakukan perbandingan untuk total biaya persediaan pada model *single* maupun *backup supplier* sebagai hasil dari uji sensitivitas pada MTBF. Perbandingan untuk total biaya persediaan pada model *single supplier* cenderung memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan *backup supplier*. Perbandingan paling signifikan dapat dilihat pada lambda 6, dimana total persediaan untuk *single supplier* sebesar Rp 1.545.885.759, sedangkan untuk *backup supplier* sebesar Rp 1.510.059.567,-. Pada hasil tersebut terjadi perbedaan total biaya persediaan mencapai Rp 35.826.192,-. Sedangkan untuk skenario lainnya perbedaan untuk *single* dan *backup supplier* tidak terjadi secara signifikan, tetapi tetap nilai *single supplier* lebih besar dibandingkan *backup supplier*. Untuk hasil dari setiap skenario pada total biaya persediaan terlihat bahwa semakin meningkat nilai lambda, maka total biaya persediaan mengalami penurunan. Seperti yang telah dibahas sebelumnya bahwa lambda dengan nilai yang lebih besar merepresentasikan bahwa jarak antara waktu pemasok mengalami kegagalan pertama dengan kegagalan kedua menjadi lebih jauh. Sehingga frekuensi pemasok mengalami kegagalan dalam satu periode waktu menjadi berkurang yang menyebabkan total biaya persediaan untuk model diversifikasi pemasok baik *single* maupun *backup supplier* mengalami penurunan. Hasil uji sensitivitas MTBF pada total biaya persediaan menunjukkan bahwa kurang sensitif terhadap perubahan lambda pada MTBF, akan tetapi perubahan lambda tetap mempengaruhi perubahan pada total biaya persediaan. Perubahan yang terjadi tidak signifikan dibandingkan dengan perubahan pada *shortage cost*. Perubahan tersebut berada pada rentang 0,02% hingga 0,03% dibandingkan kondisi eksisting. Perubahan yang terjadi dalam bentuk penurunan total biaya persediaan seiring dengan peningkatan lambda. Penurunan tersebut menghasilkan penurunan pada perbedaan biaya antara strategi *single* dan *backup supplier*, dimana untuk lambda 10 penurunan yang terjadi hanya 1,02% dibandingkan kondisi eksisting

sebesar 2,26%. Hal tersebut menyebabkan perusahaan akan cenderung memilih *single supplier* untuk setiap peningkatan nilai lambda MTBF.

Variabel terakhir yang dipengaruhi oleh perubahan pada MTBF adalah tingkat keandalan pemasok utama. Variabel ini diukur dengan cara menghitung frekuensi pemasok mengalami kegagalan dalam satu periode waktu. Apabila frekuensi pemasok mengalami kegagalan tinggi, maka keandalan pemasok menurun atau rendah, begitu pun sebaliknya. Pemasok dapat dikategorikan handal, jika frekuensi terjadinya kegagalan rendah dan pasokan dapat selalu terpenuhi. Berdasarkan hasil uji sensitivitas pada MTBF untuk variabel tingkat keandalan pemasok utama dapat digambarkan melalui grafik pada Gambar 5.4 sebagai berikut.

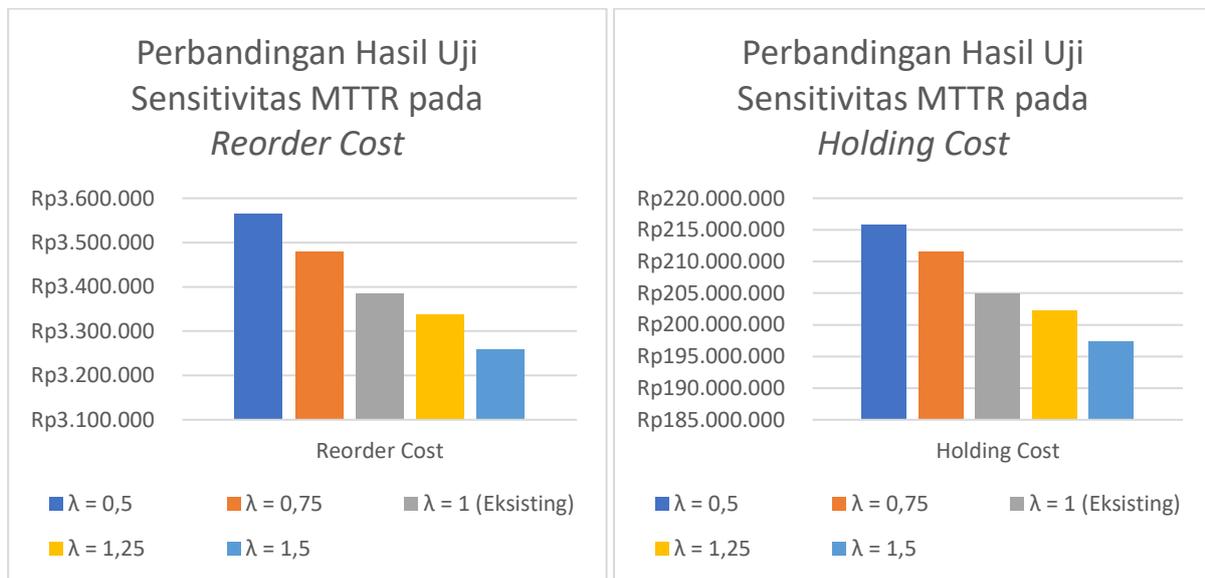


Gambar 5. 4 Grafik Perbandingan Tingkat Keandalan Pemasok Utama pada Uji Sensitivitas MTBF

Grafik tersebut menggambarkan frekuensi pemasok mengalami kegagalan dalam memenuhi pasokan, dimana didapatkan bahwa dengan lambda paling kecil akan menghasilkan frekuensi kegagalan pemasok yang tinggi sebesar 8, nilai tersebut sama seperti pada kondisi eksisting. Sedangkan frekuensi pemasok mengalami kegagalan paling rendah berada pada skenario dengan lambda sebesar 10, dimana frekuensi kegagalan pemasok terjadi sebanyak 5 kali. Perhitungan frekuensi kegagalan pemasok dibedakan menjadi dua berdasarkan pada waktu pulih dari kegagalan, yaitu pemasok dapat pulih dalam *week* yang sama dengan waktu keagalannya sehingga tidak mempengaruhi pada waktu *order* dan pemasok yang pulih dalam *week* yang berbeda dengan pemasok mengalami kegagalan, pada kondisi tersebut akan terjadi kegagalan dalam pemenuhan pasokan sehingga *shortage cost* dipertimbangkan pada kondisi ini. Hasil uji sensitivitas MTBF menunjukkan bahwa perubahan nilai lambda mempengaruhi pada kondisi pulih dari pemasok, dimana semakin tinggi nilai lambda maka semakin menurun waktu pemasok dapat pulih dengan kondisi dalam *week* yang sama ataupun dalam *week* yang berbeda. Dengan demikian, semakin tinggi nilai lambda yang digunakan maka keandalan pemasok juga semakin tinggi pula karena frekuensi pemasok mengalami kegagalan rendah.

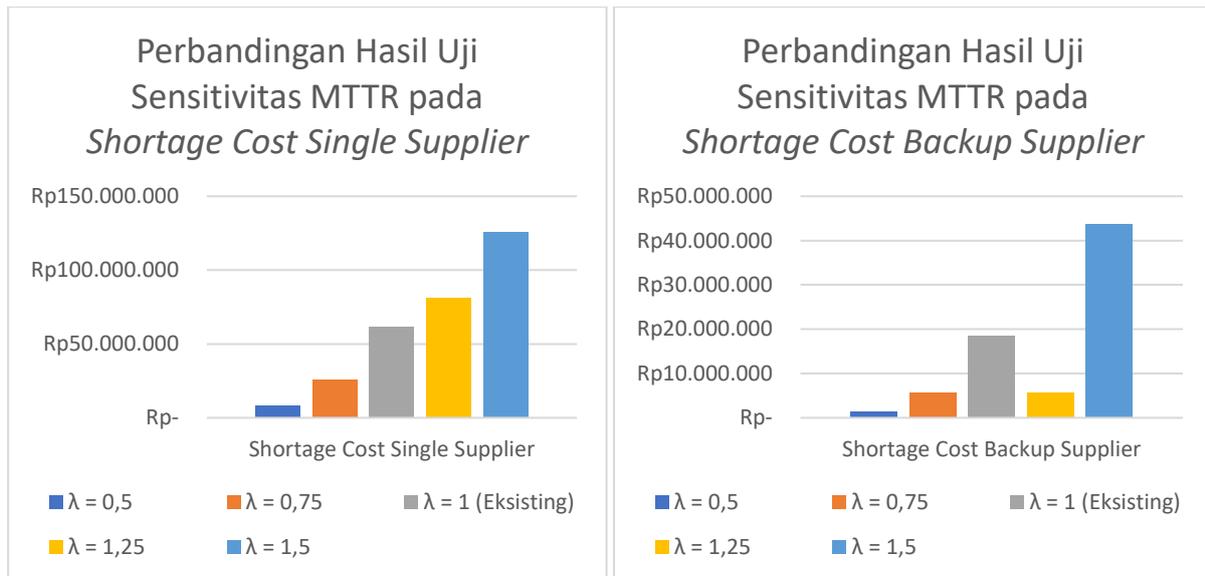
5.3.2 Analisis Sensitivitas Berdasarkan Variabel Mean Time To Restore (MTTR)

Analisis sensitivitas pada variabel MTTR untuk melihat pengaruh variabel tersebut terhadap variabel-variabel lainnya pada model yang telah dibuat pada bab sebelumnya. Uji sensitivitas yang dilakukan menggunakan 4 skenario yang berbeda, sama seperti uji sensitivitas sebelumnya akan tetapi perbedaan pada lambda yang digunakan. Untuk uji sensitivitas pada variabel ini lambda yang digunakan, yaitu 0,5; 0,75; 1,25 dan 1,5. Lambda tersebut merepresentasikan nilai penurunan dan peningkatan dari lambda pada kondisi eksisting sebesar 1. Beberapa variabel yang akan dilihat perubahannya akibat uji sensitivitas MTTR, di antaranya komponen biaya persediaan, total biaya persediaan dan tingkat keandalan dari pemasok utama. Berikut merupakan hasil dari uji sensitivitas pada MTTR dengan variabel yang dipengaruhi adalah komponen biaya persediaan yang terdiri dari *reorder cost*, *holding cost*, *shortage cost* untuk *single* maupun *backup supplier*.



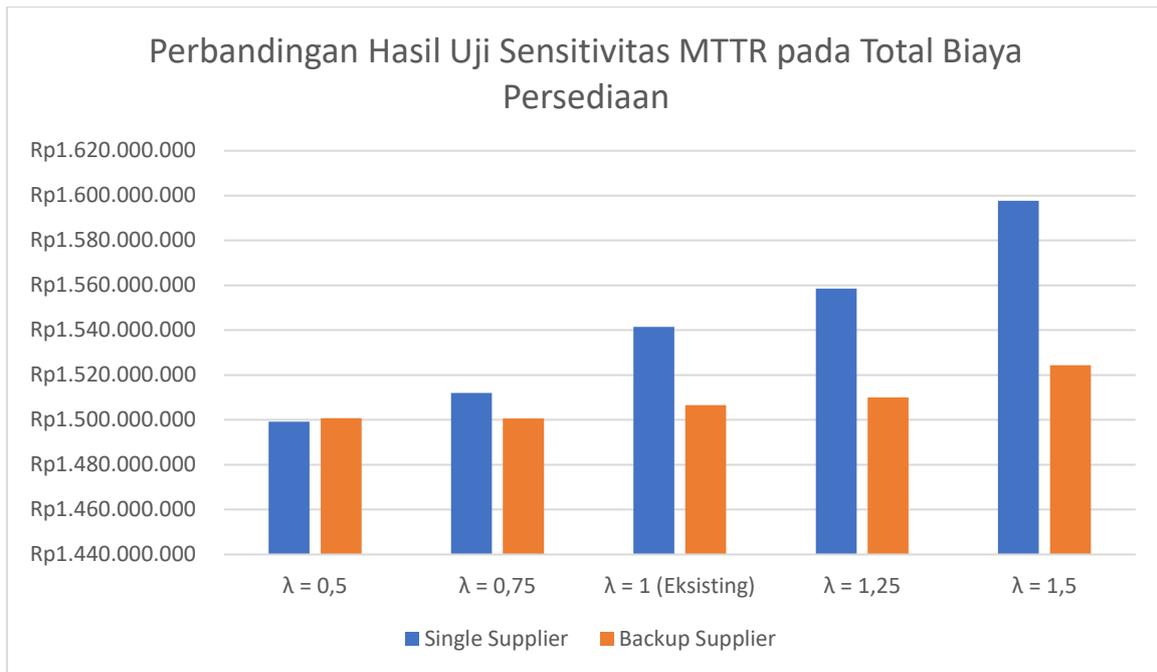
Gambar 5. 5 Grafik Perbandingan Komponen Biaya Persediaan (*Reorder Cost* dan *Holding Cost*) pada Uji Sensitivitas MTTR

Pada grafik di atas, digambarkan bahwa uji sensitivitas MTTR mempengaruhi nilai *reorder cost* maupun *holding cost* pada proses pengadaan bahan baku. Pada *reorder cost*, untuk nilai yang paling besar didapatkan pada kondisi skenario dengan lambda paling kecil yaitu 0,5 dengan nilai *reorder cost* yang didapatkan sebesar Rp 3.565.391,-. Sedangkan nilai *reorder cost* paling rendah didapatkan pada kondisi skenario dengan lambda paling besar yaitu 1,5 dengan nilai *reorder cost* sebesar Rp 3.258.003,-. Hasil grafik di atas menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai lambda yang digunakan untuk MTTR, maka semakin rendah nilai dari *reorder cost*, begitupun sebaliknya. Sedangkan untuk nilai *holding cost*, berdasarkan grafik di atas didapatkan bahwa nilai tertinggi dari *holding cost* berada pada skenario dengan lambda paling kecil sebesar Rp 215.839.005 dan nilai *holding cost* terendah berada pada skenario dengan lambda paling besar sebesar Rp 197.419.484,-. Hasil yang didapatkan *holding cost* sama seperti dengan *reorder cost*, dimana semakin besar nilai lambda pada MTTR, maka semakin rendah nilai *holding cost* yang harus ditanggung oleh perusahaan.



Gambar 5. 6 Grafik Perbandingan Komponen Biaya Persediaan (*Shortage Cost Single dan Backup supplier*) pada Uji Sensitivitas MTTR

Pada *shortage cost* untuk hasil dari uji sensitivitas MTTR, didapatkan bahwa perubahan nilai MTTR mempengaruhi nilai dari *shortage cost* untuk *single* maupun *backup supplier*. Pada *single supplier*, *shortage cost* paling rendah didapatkan pada kondisi dengan lambda sebesar 0,5 dan *shortage cost* paling tinggi berada pada kondisi dengan lambda sebesar 1,5. Berdasarkan grafik di atas, disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai lambda pada MTTR, maka semakin tinggi pula *shortage cost* yang harus ditanggung oleh perusahaan akibat kegagalan pasokan yang dilakukan oleh pemasok. Hal tersebut juga terjadi pada strategi *backup supplier*, dimana nilai *shortage cost* terbesar berada pada skenario dengan lambda 1,5 dan terendah pada lambda 0,5. Perbedaan di antara dua model tersebut berada pada nilai *shortage cost* yang harus ditanggung, dimana untuk *shortage cost* pada *single supplier* lebih tinggi dibandingkan dengan *backup supplier*. Hal tersebut dapat terjadi karena pada kondisi *backup supplier* terdapat pemasok alternatif yang dapat memenuhi jumlah pasokan yang gagal dipasok oleh pemasok utama sehingga *shortage cost* dapat ditekan. Peningkatan *shortage cost* yang linear dengan peningkatan nilai lambda tersebut terjadi karena semakin besar nilai lambda maka lama waktu pulih dari pemasok semakin lama pula. Lamanya pemasok dapat pulih tersebut mempengaruhi waktu *order* dan jumlah pasokan yang harus dipenuhi. Semakin lama pemasok mengalami kegagalan dan pulih dari kegagalannya, maka jumlah waktu *order* yang terganggu dan jumlah pasokan yang tidak dapat terpenuhi semakin besar. Hal tersebut menyebabkan nilai dari *shortage cost* pada lambda yang besar memiliki nilai yang besar pula. Hasil uji sensitivitas pada komponen biaya persediaan berupa *shortage cost* sensitif terhadap perubahan lambda dari nilai MTTR. Pengaruh tersebut dibuktikan dengan nilai lambda yang ditingkatkan menjadi 1,5 menghasilkan peningkatan *shortage cost* untuk *single supplier* meningkat hingga 103% dan *backup supplier* meningkat hingga 137% dibandingkan *shortage cost* pada kondisi eksisting untuk lambda 8. Sehingga perubahan nilai lambda pada MTTR sangat berpengaruh signifikan terhadap perubahan *shortage cost* yang harus ditanggung oleh perusahaan. Perubahan yang signifikan tersebut juga mempengaruhi keputusan yang akan diambil oleh perusahaan dalam penentuan strategi pengadaan, dimana untuk peningkatan masing-masing strategi akan diperbandingkan untuk menghasilkan penghematan yang terbesar agar pemilihan strategi dapat memaksimalkan biaya yang dapat diminimalkan oleh perusahaan.

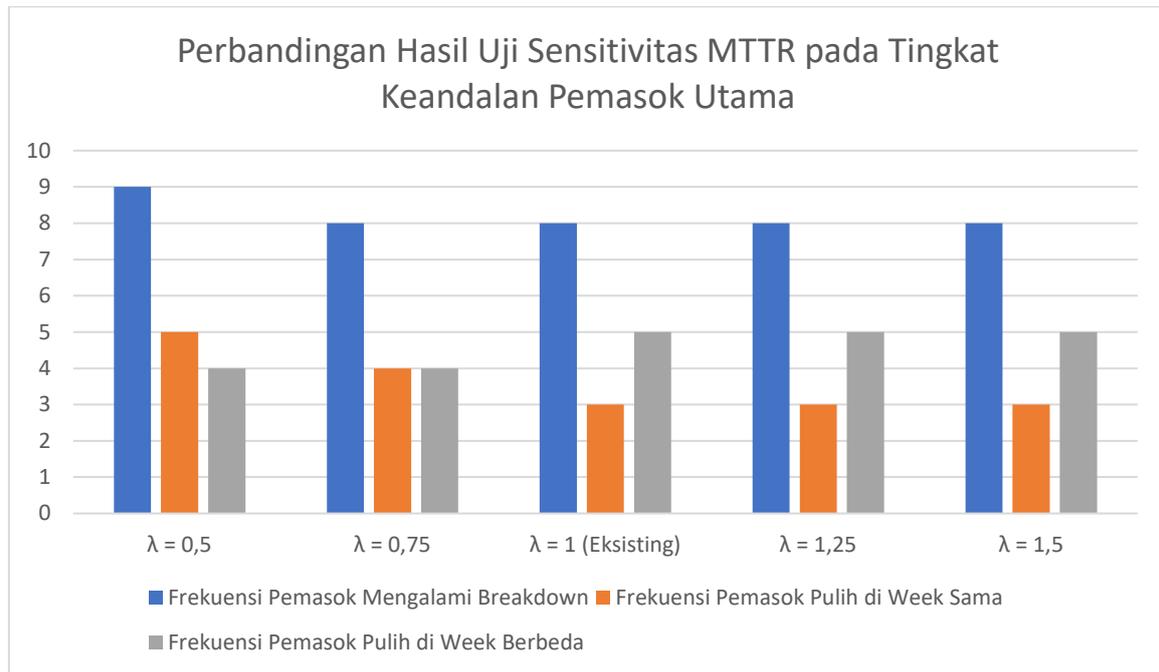


Gambar 5. 7 Grafik Perbandingan Total Biaya Persediaan untuk Strategi Diversifikasi Pemasok pada Uji Sensitivitas MTTR

Hasil uji sensitivitas pada MTTR untuk variabel total biaya persediaan digambarkan pada grafik di atas. Pada grafik tersebut, didapatkan bahwa total biaya persediaan untuk *single supplier* lebih besar dibandingkan dengan *backup supplier*. Hal tersebut berlaku untuk semua skenario pada uji sensitivitas MTTR kecuali pada skenario dengan lambda sebesar 0,5. Pada lambda tersebut total biaya persediaan *single supplier* lebih kecil dibandingkan dengan *backup supplier*. Penurunan nilai lambda di bawah 0,5 akan menghasilkan kecenderungan bagi perusahaan untuk membuat keputusan dengan menggunakan strategi *single supplier* untuk proses pengadaan bahan baku. Hal tersebut sejalan dengan yang digambarkan pada grafik bahwa semakin kecil nilai lambda untuk MTTR, maka semakin rendah pula total biaya persediaan yang dimiliki oleh perusahaan. Penurunan nilai lambda tersebut menyatakan bahwa waktu pemulihan pemasok dari kegagalan sangat cepat sehingga menyebabkan total biaya persediaan yang harus ditanggung menjadi menurun akibat penurunan *shortage cost*. Penurunan nilai *shortage cost* tersebut terjadi di bawah nilai kapasitas reservasi yang harus ditanggung oleh perusahaan apabila memilih strategi *backup supplier* sehingga pemilihan strategi *single supplier* menjadi pilihan terbaik dalam kondisi tersebut. Berdasarkan grafik di atas, dapat dilihat bahwa semakin besar nilai lambda untuk MTTR, maka semakin tinggi total biaya persediaan yang dimiliki oleh perusahaan. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa MTTR menggambarkan lama waktu dari pemasok mengalami kegagalan hingga pemasok dapat pulih dari kegagalan tersebut. Sehingga semakin besar nilai lambda, maka semakin lama pemasok pulih dari kegagalannya. Hal tersebut menyebabkan perusahaan harus menanggung ketidaksiediaan pasokan selama pemasok mengalami kegagalan. Kejadian tersebut mempengaruhi dari total biaya persediaan yang harus ditanggung pemasok.

Pada uji sensitivitas MTTR, variabel yang terpengaruhi akibat perubahan dari MTTR tidak hanya untuk variabel yang berkaitan dengan biaya tetapi juga tingkat keandalan dari pemasok utama. MTTR sebagai gambaran lama waktu pemasok dapat pulih dari gangguan dapat mempengaruhi dari tingkat keandalan pemasok. Untuk pemasok dengan lama waktu pulih yang cepat, maka keandalan pemasok lebih baik dibandingkan dengan pemasok dengan lama

waktu pulih yang lebih lama. Berikut merupakan hasil uji sensitivitas pada MTTR untuk variabel tingkat keandalan pemasok utama.

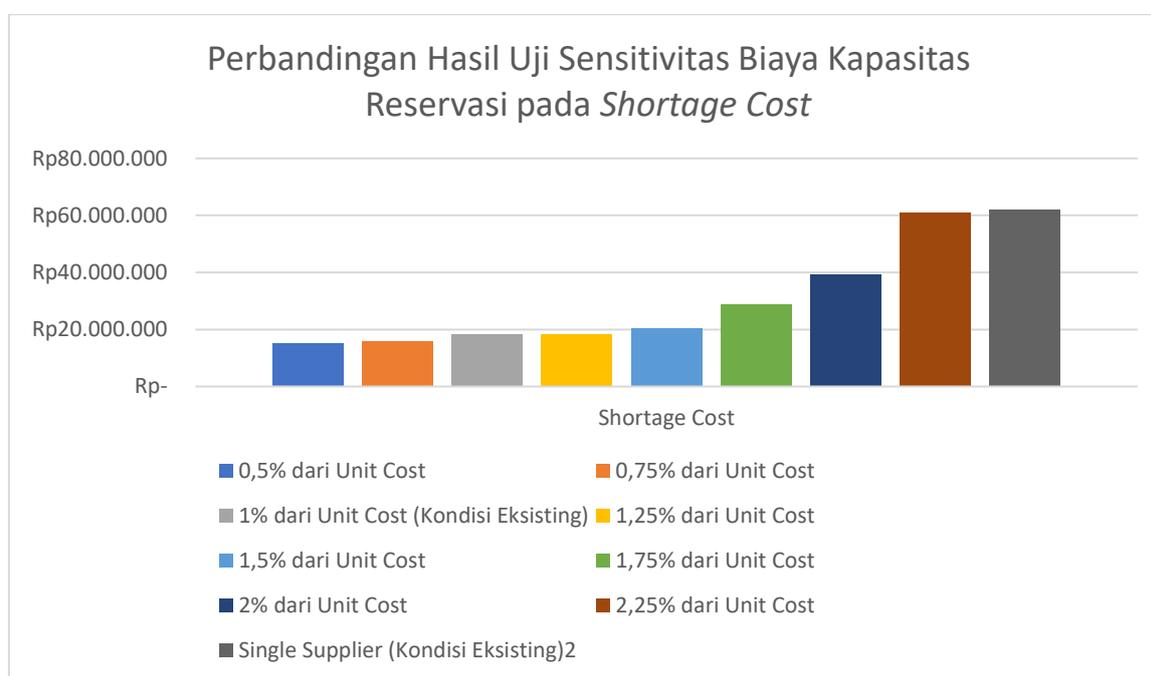


Gambar 5. 8 Grafik Perbandingan Tingkat Keandalan Pemasok Utama pada Uji Sensitivitas MTTR

Grafik pada Gambar 5.8 menggambarkan terkait frekuensi pemasok mengalami gangguan dengan 4 skenario yang berbeda dan kondisinya sebagai hasil uji sensitivitas dari MTTR. Pada grafik tersebut terlihat bahwa pemasok dengan keandalan paling rendah berada pada skenario dengan lambda sebesar 0,5; dimana frekuensi pemasok mengalami kegagalan sebanyak 9 kali dalam satu periode waktu. Sedangkan, pemasok dengan keandalan paling tinggi berada pada skenario dengan lambda sebesar 0,75; 1,25 dan 1,5; dimana frekuensi pemasok mengalami kegagalan sebanyak 8 kali dalam satu periode waktu. Penggambaran keandalan pemasok dibagi menjadi dua berdasarkan tingkat pulih dari pemasok, yaitu pemasok dapat pulih pada *week* yang sama dan pemasok dapat pulih pada *week* yang berbeda. Untuk pemasok yang dapat pulih dalam *week* yang sama memiliki keandalan yang lebih tinggi dibandingkan dengan pemasok yang pulih pada *week* yang berbeda. Hal tersebut terjadi karena lamanya waktu pemasok dapat pulih mempengaruhi tingkat keandalan dari pemasok itu sendiri. Semakin lama pemasok dapat pulih dari gangguan, maka semakin rendah keandalan dari pemasok tersebut. Berdasarkan grafik hasil uji sensitivitas MTTR, didapatkan bahwa semakin besar nilai lambda MTTR maka frekuensi pemasok mengalami kegagalan semakin rendah. Hal tersebut dapat terjadi karena sekali pemasok mengalami kegagalan maka waktu pulih yang terjadi lama, jadi frekuensi pemasok mengalami kegagalan yang rendah belum merepresentasikan keandalan pemasok yang tinggi. Hal tersebut perlu ditinjau pada frekuensi pulih pemasok dalam *week* yang sama dan berbeda. Untuk frekuensi pemasok mengalami pulih dalam *week* yang sama untuk setiap peningkatan nilai lambda, maka terjadi penurunan jumlah frekuensi pemasok pulih dalam *week* yang sama. Sedangkan untuk frekuensi pemasok pulih dalam *week* yang berbeda meningkat setiap peningkatan nilai lambda MTTR. Dengan demikian, nilai MTTR yang semakin tinggi akan mempengaruhi keandalan pemasok yang akan semakin rendah, begitupun sebaliknya.

5.3.3 Analisis Sensitivitas Berdasarkan Variabel Biaya Kapasitas Reservasi

Analisis sensitivitas pada biaya kapasitas reservasi dilakukan untuk mengetahui variabel yang akan terpengaruhi akibat perubahan pada biaya kapasitas reservasi. Biaya kapasitas reservasi merupakan biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan secara rutin setiap waktunya untuk membayar kapasitas atau jumlah pasokan yang dipesan kepada pemasok alternatif, kapasitas tersebut akan digunakan jika pemasok utama tidak dapat memenuhi pasokan atau mengalami kegagalan. Dalam uji sensitivitas ini akan terdapat 7 skenario, di antaranya variabel akan diturunkan dari nilai kondisi eksisting sebesar 1% dari *unit cost* menjadi 0,5% dan 0,75% dari *unit cost*, serta dilakukan peningkatan menjadi 1,25%; 1,5%; 1,75%; 2% dan 2,25% dari *unit cost* sebagai nilai dari biaya kapasitas reservasi. Variabel yang akan ditinjau sebagai hasil dari perubahan biaya kapasitas reservasi, di antaranya *shortage cost* dan total biaya persediaan. Berikut merupakan hasil uji sensitivitas pada biaya kapasitas reservasi yang digambarkan melalui grafik pada Gambar 5.9.

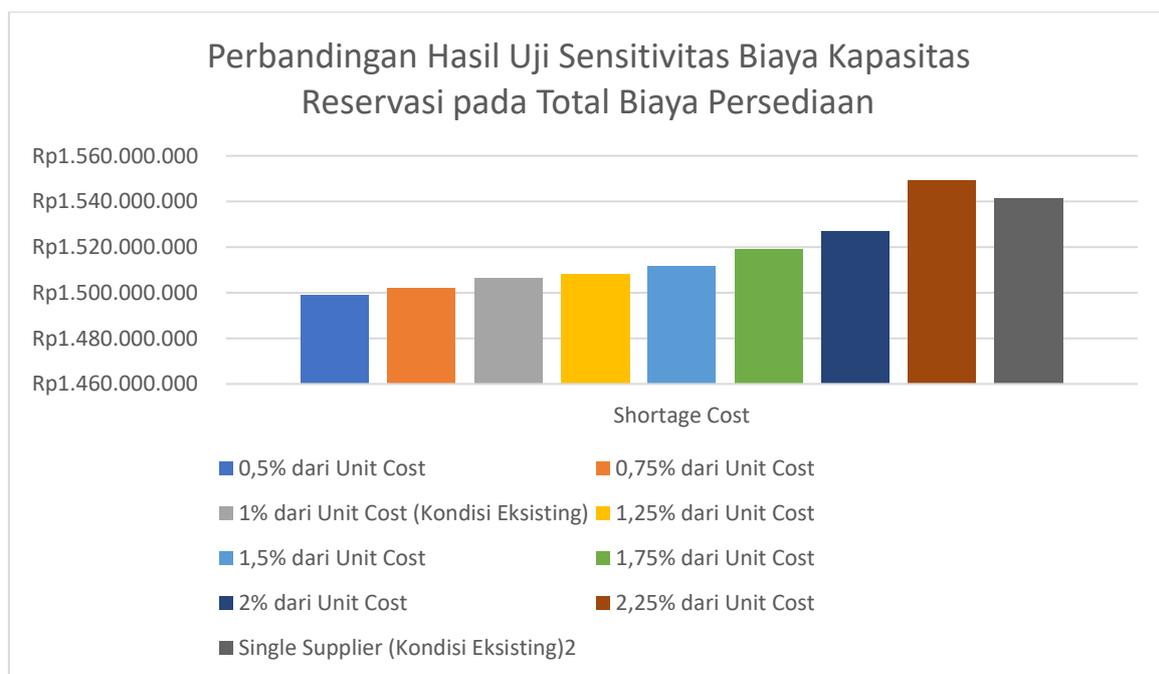


Gambar 5. 9 Grafik Perbandingan *Shortage Cost* pada Uji Sensitivitas Biaya Kapasitas Reservasi

Pada grafik tersebut, terlihat bahwa variabel biaya kapasitas reservasi mempengaruhi *shortage cost* dari strategi *backup supplier*. Dalam grafik tersebut *shortage cost* yang digambarkan mulai dari kondisi eksisting untuk *single supplier* dan *backup supplier* yang biaya kapasitas reservasinya sebesar 1% dari *unit cost* serta 7 skenario pada uji sensitivitas. Untuk *shortage cost* pada *single supplier* memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan *backup supplier* pada 7 skenario yang berbeda. Hal tersebut menunjukkan bahwa strategi *backup supplier* menjadi pilihan terbaik untuk kondisi pemasok yang mengalami gangguan karena memiliki biaya *shortage cost* yang lebih rendah dibandingkan *single supplier*. Sedangkan untuk nilai *backup supplier* pada 7 skenario, terlihat bahwa semakin besar biaya kapasitas reservasi yang harus dikeluarkan oleh perusahaan untuk setiap kapasitas yang dipesan, maka semakin besar *shortage cost* yang harus ditanggung oleh perusahaan. Hal tersebut dapat terjadi karena semakin mahal biaya kapasitas reservasi, maka perusahaan akan cenderung memesan lebih sedikit karena biaya kapasitas reservasi menjadi *fixed cost* yang harus dibayarkan setiap waktu walaupun kapasitas yang dipesan tidak digunakan. Dengan kapasitas yang dipesan lebih kecil

tersebut menyebabkan jumlah pasokan yang dapat dipenuhi juga semakin kecil untuk biaya kapasitas reservasi yang semakin mahal. Hal tersebut berlaku untuk kondisi sebaliknya, dimana dengan biaya kapasitas reservasi yang lebih murah, maka cenderung memesan kapasitas lebih banyak dan jumlah pasokan yang dapat terpenuhi menjadi lebih banyak pula. Pada hasil uji sensitivitas tersebut, *shortage cost* sensitif terhadap biaya kapasitas reservasi. Hal tersebut dibuktikan dengan perubahan yang terjadi pada peningkatan biaya kapasitas reservasi menjadi 1,5% dari *unit cost* meningkatkan pula *shortage cost* menjadi 103% dari kondisi eksisting. Peningkatan tersebut tetap di bawah *shortage cost* untuk strategi *single supplier*. Peningkatan *shortage cost* tersebut terjadi karena jumlah yang dipesan oleh perusahaan menurun seiring peningkatan biaya kapasitas reservasi. Hal tersebut dilakukan untuk dapat menyeimbangkan total biaya persediaan yang harus ditanggung oleh perusahaan. Total *shortage* yang harus ditanggung dengan total kapasitas reservasi berkurang seiring dengan meningkatnya biaya kapasitas reservasi yang menyebabkan peningkatan *shortage cost*.

Selain *shortage cost*, uji sensitivitas biaya kapasitas reservasi juga mempengaruhi total biaya persediaan yang harus ditanggung oleh perusahaan. Hasil uji sensitivitas pada biaya kapasitas reservasi untuk variabel total biaya persediaan dapat dilihat melalui grafik pada Gambar 5.10 sebagai berikut.



Gambar 5. 10 Grafik Perbandingan Total Biaya Persediaan pada Uji Sensitivitas Biaya Kapasitas Reservasi

Grafik di atas menunjukkan bahwa total biaya persediaan dari *single supplier* tetap memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan kondisi eksisting *backup supplier* dan 7 skenario dari uji sensitivitas biaya kapasitas reservasi kecuali pada skenario biaya kapasitas reservasi sebesar 2,25% dari *unit cost*. Pada skenario tersebut terlihat bahwa total biaya persediaan *single supplier* lebih rendah dibandingkan dengan skenario ke-7. Peningkatan biaya kapasitas reservasi dapat mempengaruhi keputusan untuk penentuan strategi diversifikasi pemasok yang akan memilih strategi *single supplier* untuk proses pengadaan. Perbedaan yang terjadi pada skenario 2,25% dari *unit cost* sebesar Rp 7.579.514 lebih rendah strategi *single supplier*. Hal tersebut terjadi karena biaya kapasitas reservasi menjadi biaya tambahan yang harus dibayarkan

oleh perusahaan untuk dapat selalu memenuhi pasokan selama pemasok utama mengalami gangguan. Semakin mahal biaya kapasitas reservasi, maka semakin besar pula total biaya persediaan yang harus ditanggung oleh perusahaan. Biaya kapasitas reservasi per unit yang semakin mahal akan mempengaruhi biaya kapasitas reservasi tahunan yang harus dibayarkan oleh perusahaan. Semakin mahal biaya kapasitas reservasi akan menyebabkan perusahaan cenderung untuk memilih strategi *single supplier* dibandingkan *backup supplier*. Hal tersebut disebabkan dalam penentuan total biaya persediaan terjadi *trade-off* didalamnya antara *shortage cost* dan biaya kapasitas reservasi.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dijelaskan terkait kesimpulan dan saran berdasarkan hasil penelitian tugas akhir yang telah dilakukan. Adapun penarikan kesimpulan didasarkan dari analisis yang telah dilakukan di bab selanjutnya dan hasil dari tujuan penelitian yang telah ditetapkan di awal. Pemberian saran ditujukan untuk pelaksanaan penelitian yang akan datang.

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tugas akhir yang telah dilakukan, beberapa kesimpulan yang dapat ditarik adalah sebagai berikut.

1. Strategi diversifikasi pemasok sebagai salah satu keputusan yang dapat dilakukan oleh perusahaan untuk dapat mengurangi berbagai risiko yang terjadi akibat kegagalan yang dialami oleh pemasok. Kegagalan pemasok dalam memenuhi pasokan bahan baku dapat menimbulkan kerugian yang cukup besar bagi perusahaan mulai dari segi biaya, *service level* hingga reputasi perusahaan di mata konsumen. Strategi diversifikasi pemasok yang diperbandingkan adalah *single supplier* dan *backup supplier*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemilihan strategi diversifikasi pemasok lebih sensitif terhadap perubahan MTTR dibandingkan dengan MTBF. MTTR dengan lambda 0,5 atau penurunan sebesar 25% dari kondisi eksisting dapat mengubah keputusan perusahaan untuk tetap memilih strategi *single supplier*. Sedangkan, untuk MTBF peningkatan lambda hingga 50% dari kondisi eksisting untuk strategi yang dapat dipilih adalah *backup supplier* dengan total biaya persediaan yang dapat diminimalkan hingga 4,59%. Akan tetapi pada *backup supplier*, penentuan jumlah kapasitas yang harus dipesan perlu dipertimbangkan. Selain itu, biaya kapasitas reservasi juga mempengaruhi keputusan perusahaan untuk memilih strategi diversifikasi pemasok yang tepat, dimana untuk peningkatan biaya kapasitas reservasi sebesar 125% (2,25% dari *unit cost*) dari kondisi eksisting dapat mengubah keputusan perusahaan untuk tetap memilih strategi *single supplier* dibandingkan *backup supplier*.
2. Berdasarkan strategi diversifikasi pemasok yang telah diperhitungkan didapatkan bahwa komponen biaya persediaan yang terdiri dari *unit cost*, *reorder cost*, dan *holding cost* memiliki nilai yang sama antara *single* dan *backup supplier*. *Unit cost* pengadaan bahan baku sebesar Rp 1.271.262.600,-. *Reorder cost* dengan banyaknya *order* menyesuaikan keandalan pemasok sebesar Rp 3.384.391,-. Dan *holding cost* sebesar Rp 204.881.752,-. Komponen-komponen tersebut pembentuk total biaya persediaan dari masing-masing strategi diversifikasi pemasok dengan perbedaan biaya terjadi pada *shortage cost*, dimana *shortage cost* strategi *single supplier* didapatkan sebesar Rp 61.974.730,- sedangkan untuk strategi *backup supplier* sebesar Rp 18.494.312,- dengan penurunan *shortage cost* sebesar 70%. Sehingga total biaya persediaan untuk proses pengadaan bahan baku dengan strategi *single supplier* adalah sebesar Rp 1.541.503.473,-. Sedangkan, untuk strategi *backup supplier* sebagai strategi alternatif yang dapat dilakukan oleh perusahaan didapatkan sebesar Rp 1.506.622.555,- dengan penurunan total biaya persediaan sebesar 2,26%.
3. Tingkat keandalan pemasok utama mempengaruhi proses pengadaan bahan baku dari perusahaan. Keandalan pemasok utama dapat diukur dengan memperhitungkan frekuensi pemasok mengalami kegagalan dan lama waktu pemasok pulih dari gangguan tersebut. Berdasarkan dari hasil simulasi didapatkan bahwa persentase pemasok mengalami kegagalan dalam satu periode waktu sebesar 17%. Persentase tersebut mempresentasikan untuk kegagalan pemasok yang dapat pulih di *week* yang sama dan di *week* yang berbeda dari waktu *breakdown* dari pemasok. Untuk persentase

pemasok mengalami kegagalan dalam *week* yang sama sebesar 38% sedangkan untuk pemasok mengalami kegagalan di *week* yang berbeda sebesar 72%. Dengan lama waktu terlama mengalami kegagalan selama 5 minggu. Keandalan pemasok utama tersebut mempengaruhi strategi diversifikasi pemasok yang dapat dilakukan perusahaan sebagai strategi alternatif dari kondisi eksisting yang dilakukan yaitu strategi *single supplier*.

6.2 Saran

Berikut merupakan beberapa saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian ini untuk penelitian di waktu yang akan datang.

1. Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan *lead time* dan ketidakpastian *demand* untuk dapat memperluas cakupan dari penelitian dan merepresentasikan kondisi yang ada di industri.
2. Pengembangan model dapat dilakukan dengan menambahkan pertimbangan strategi diversifikasi pemasok lainnya, seperti *multiple supplier*, *spot market* dan lain sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- Baroto, T. (2002). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Bossert, J. L. (2004). *The Supplier Management Handbook* (6th uppl.). Milwaukee: ASQ Quality Press.
- Burke, G. J., Carrilo, J. E., & Vakharia, A. J. (2009). Sourcing Decisions with Stochastic Supplier Reliability and Stochastic Demand. *Production and Operations Management Society*, 18(4), 475-484.
- Chakraborty, T., Chauhan, S. S., & Ouhimmou, M. (2019). Mitigating Supply Disruption with a Backup Supplier Under Uncertain Demand : Competition VS Cooperation. *International Journal of Production Research*, 1-32.
- Chapman, S. N., Arnold, J. R., Gatewood, A. K., & Clive, L. M. (2017). *Introduction to Material Management* (8th uppl.). Boston: Pearson Education Inc.
- Chen, J., Zhao, X., & Zhuo, Y. (2012). A Periodic-Review Inventory System with a Capacitated Backup Supplier for Mitigating Supply Disruption. *European Journal of Operational Research*(219), 312-323.
- Fattahi, M. (2017). Resilient Procurement Planning for Supply Chains : A Case Study for Sourcing a Critical Mineral Material. *Resources Policy*, 74, 1-13.
- Harrel, C., Ghosh, B. K., & Bowden, R. O. (2004). *Simulation Using ProModel* (2nd uppl.). New York: The McGraw-Hill Companies.
- Hou, J., & Sun, L. (2016). Backup Sourcing Decisions for Coping with Supply Disruptions under Long-Term Horizons. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 1-16.
- Jacobs, F. R., Berry, W. L., Whybark, D. C., & Vollmann, T. E. (2011). *Manufacturing Planning and Control for Supply Chain Management* (APICS/CPIM Certification uppl.). New York: The McGraw-Hill Companies.
- Kamalahmadi, M., & Mellat-Parast, M. (2015). Developing a Resilient Supply Chain Through. *International Journal of Production Research*, 1-20.
- Lemieux, C. (2009). *Monte Carlo and Quasi-Monte Carlo Sampling*. New York: Springer Science & Business Media.
- National Research Council. (1995). *High-Purity Chromium Metal: Supply Issues for Gas-Turbine Superalloys*. Washington DC: The National Academies Press.
- Pujawan, I. N., & Er, M. (2017). *Supply Chain Management* (3rd uppl.). Yogyakarta: ANDI.
- Rizma, M. (2023). *Peramalan dan Pengendalian Persediaan Material pada Industri Distribusi Listrik*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Russell, J. (2014). *The ASQ Supply Chain Management Primer*. Milwaukee: ASQ Quality Press.
- Tersine, R. J. (1994). *Principle of Inventory and Material Management* (4th uppl.). Englewood Cliffs: Prentice Hall Inc.
- Walton, S. V., & Marucheck, A. S. (1997). The Relationship Between EDI and Supplier Reliability. *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 30-35.
- Waters, D. (2023). *Inventory Control and Management* (2nd uppl.). Chichester: John Wiley & Sons.
- Yang, Z. B., Aydin, G., Babich, V., & Beil, D. R. (2012). Using a Dual-Sourcing Option in the Presence of Asymmetric Information About Supplier Reliability: Competition vs. Diversification. *Manufacturing & Service Operation Management*, 14(2), 202-217.
- Yin, Z., & Wang, C. (2017). Strategic Cooperation with a Backup Supplier for the Mitigation of Supply Disruptions. *International Journal of Production Research*, 1-13.

Zhang, Y., & Wang, X. (2019). Procurement Strategy with Backup Sourcing under Stochastic Supply Risk. *Complexity*, 1-15.

LAMPIRAN

Lampiran A : Hasil Iterasi Penentuan EOQ Reservasi untuk Model *Backup Supplier*

Hasil Iterasi pada Skenario *Reservation Cost (UB) = 0,5% dari Unit Cost*

Iterasi	Persentase	EOQ Reservasi	Total Cost
1	5%	4	Rp1.509.997.204
2	10%	8	Rp1.508.245.034
3	15%	11	Rp1.506.937.217
4	20%	15	Rp1.505.212.695
5	25%	19	Rp1.503.542.946
6	30%	23	Rp1.501.883.477
7	35%	27	Rp1.500.333.840
8	40%	31	Rp1.498.784.204
9	45%	34	Rp1.497.641.195
10	50%	38	Rp1.496.299.327
11	55%	42	Rp1.495.125.897
12	60%	46	Rp1.494.296.913
13	62%	47	Rp1.494.233.186
14	63%	48	Rp1.494.169.458
15	64%	49	Rp1.494.132.443
16	65%	50	Rp1.494.133.105
17	67%	51	Rp1.494.133.768

Hasil Iterasi pada Skenario *Reservation Cost (UB) = 0,75% dari Unit Cost*

Iterasi	Persentase	EOQ Reservasi	Total Cost
1	5%	4	Rp1.510.188.304
2	10%	8	Rp1.508.627.234
3	15%	11	Rp1.507.462.742
4	20%	15	Rp1.505.929.320
5	25%	19	Rp1.504.450.671
6	30%	23	Rp1.502.982.302
7	35%	27	Rp1.501.623.765
8	40%	31	Rp1.500.265.229
9	45%	34	Rp1.499.265.545
10	50%	38	Rp1.498.114.777
11	55%	42	Rp1.497.132.447
12	60%	46	Rp1.496.494.563
13	62%	47	Rp1.496.478.611
14	63%	48	Rp1.496.462.658
15	64%	49	Rp1.496.473.418
16	65%	50	Rp1.496.521.855

Hasil Iterasi pada Skenario *Reservation Cost (UB) = 1,25% dari Unit Cost*

Iterasi	Persentase	EOQ Reservasi	Total Cost
1	5%	4	Rp1.510.570.504
2	10%	8	Rp1.509.391.634
3	15%	11	Rp1.508.513.792
4	20%	15	Rp1.507.362.570

Iterasi	Persentase	EOQ Reservasi	Total Cost
5	25%	19	Rp1.506.266.121
6	30%	23	Rp1.505.179.952
7	35%	27	Rp1.504.203.615
8	40%	31	Rp1.503.227.279
9	45%	34	Rp1.502.514.245
10	50%	38	Rp1.501.745.677
11	55%	42	Rp1.501.145.547
12	56%	43	Rp1.500.995.515
13	58%	44	Rp1.500.845.482
14	59%	45	Rp1.500.810.265
15	60%	46	Rp1.500.889.863
16	62%	47	Rp1.500.969.461

Hasil Iterasi pada Skenario *Reservation Cost* (UB) = 1,5% dari *Unit Cost*

Iterasi	Persentase	EOQ Reservasi	Total Cost
1	5%	4	Rp1.510.761.604
2	10%	8	Rp1.509.773.834
3	15%	11	Rp1.509.039.317
4	20%	15	Rp1.508.079.195
5	25%	19	Rp1.507.173.846
6	30%	23	Rp1.506.278.777
7	35%	27	Rp1.505.493.540
8	40%	31	Rp1.504.708.304
9	45%	34	Rp1.504.138.595
10	50%	38	Rp1.503.561.127
11	55%	42	Rp1.503.152.097
12	56%	43	Rp1.503.049.840
13	58%	44	Rp1.502.947.582
14	59%	45	Rp1.502.960.140
15	60%	46	Rp1.503.087.513

Hasil Iterasi pada Skenario *Reservation Cost* (UB) = 1,75% dari *Unit Cost*

Iterasi	Persentase	EOQ Reservasi	Total Cost
1	5%	4	Rp1.511.411.965
2	10%	8	Rp1.511.074.555
3	15%	11	Rp1.510.827.809
4	20%	15	Rp1.510.518.049
5	25%	19	Rp1.510.263.061
6	30%	23	Rp1.510.018.352
7	35%	27	Rp1.509.883.476
8	40%	31	Rp1.509.748.601
9	42%	32	Rp1.509.714.882
10	44%	33	Rp1.509.681.163
11	45%	34	Rp1.509.666.662
12	46%	35	Rp1.509.677.431
13	48%	36	Rp1.509.688.200

Hasil Iterasi pada Skenario *Reservation Cost (UB) = 2% dari Unit Cost*

Iterasi	Persentase	EOQ Reservasi	Total Cost
1	5%	4	Rp1.511.603.065
2	10%	8	Rp1.511.456.755
3	15%	11	Rp1.511.353.334
4	20%	15	Rp1.511.234.674
5	25%	19	Rp1.511.170.786
6	28%	21	Rp1.511.138.842
7	29%	22	Rp1.511.122.870
8	30%	23	Rp1.511.117.177
9	32%	24	Rp1.511.131.233
10	33%	25	Rp1.511.145.289

Hasil Iterasi pada Skenario *Reservation Cost (UB) = 2,25% dari Unit Cost*

Iterasi	Persentase	EOQ Reservasi	Total Cost
1	1%	1	Rp1.511.775.003

Lampiran B : Hasil Replikasi pada Uji Sensitivitas

Hasil Replikasi pada Uji Sensitivitas untuk Skenario Penurunan Lambda (λ) MTBF menjadi 6

Replikasi	Reorder Cost	Holding Cost	Single Supplier		Backup Supplier		Total Breakdown	Total Breakdown di Week Sama	Total Pulih Week Berbeda
			Shortage Cost	Total Cost	Shortage Cost	Total Cost			
1	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp11.303.719	Rp1.498.610.036	Rp-	Rp1.495.905.817	8	1	7
2	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp31.245.176	Rp1.513.750.522	Rp1.763.506	Rp1.492.868.352	8	2	6
3	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp39.532.016	Rp1.522.037.361	Rp5.750.360	Rp1.496.855.205	8	3	5
4	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp50.177.394	Rp1.527.881.768	Rp6.211.779	Rp1.492.515.653	9	1	8
5	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp41.275.121	Rp1.523.780.466	Rp10.298.005	Rp1.501.402.850	7	3	4
6	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp7.303.046	Rp1.499.410.334	Rp2.685.678	Rp1.503.392.466	5	2	3
7	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp65.909.886	Rp1.543.614.260	Rp16.692.328	Rp1.502.996.202	6	1	5
8	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp87.054.437	Rp1.559.957.839	Rp20.506.245	Rp1.502.009.147	8	1	7
9	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp52.810.000	Rp1.530.514.374	Rp9.769.837	Rp1.496.073.710	4	1	3
10	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp17.133.378	Rp1.504.439.695	Rp2.380.784	Rp1.498.286.600	13	6	7
11	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp34.920.725	Rp1.517.426.070	Rp8.288.680	Rp1.499.393.525	9	4	5
12	Rp3.198.710	Rp193.641.121	Rp101.240.130	Rp1.569.342.561	Rp20.973.318	Rp1.497.675.248	9	4	5
13	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp31.319.622	Rp1.513.824.967	Rp3.862.447	Rp1.494.967.292	6	1	5
14	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp12.685.627	Rp1.499.991.943	Rp2.885.847	Rp1.498.791.664	8	4	4
15	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp14.589.696	Rp1.501.896.013	Rp1.980.458	Rp1.497.886.275	8	6	2
16	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp106.327.438	Rp1.584.031.812	Rp38.508.038	Rp1.524.811.911	7	6	1
17	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp62.238.351	Rp1.539.942.725	Rp14.210.342	Rp1.500.514.216	8	3	5
18	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp29.834.976	Rp1.512.340.321	Rp6.551.981	Rp1.497.656.826	6	3	3
19	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp20.876.101	Rp1.498.580.475	Rp3.319.551	Rp1.489.623.425	4	1	3
20	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp18.198.969	Rp1.505.505.286	Rp4.169.943	Rp1.500.075.760	5	2	3
21	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp76.625.622	Rp1.554.329.996	Rp21.814.087	Rp1.508.117.961	7	3	4
22	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp56.299.029	Rp1.534.003.403	Rp9.626.072	Rp1.495.929.946	12	2	10
23	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp171.698.115	Rp1.644.601.517	Rp98.950.656	Rp1.580.453.558	10	5	5
24	Rp3.120.693	Rp188.918.167	Rp160.986.977	Rp1.624.288.436	Rp55.348.338	Rp1.527.249.297	11	4	7
25	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp40.749.722	Rp1.523.255.067	Rp7.237.634	Rp1.498.342.479	6	3	3

Replikasi	Reorder Cost	Holding Cost	Single Supplier		Backup Supplier		Total Breakdown	Total Breakdown di Week Sama	Total Pulih Week Berbeda
			Shortage Cost	Total Cost	Shortage Cost	Total Cost			
26	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp87.645.872	Rp1.565.350.246	Rp29.984.040	Rp1.516.287.913	9	4	5
27	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp36.382.542	Rp1.518.887.887	Rp6.788.801	Rp1.497.893.646	6	2	4
28	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp2.635.079	Rp1.494.742.367	Rp-	Rp1.500.706.788	6	4	2
29	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp76.269.444	Rp1.553.973.818	Rp22.932.823	Rp1.509.236.696	12	4	8
30	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp56.383.978	Rp1.538.889.324	Rp13.571.197	Rp1.504.676.042	12	5	7
31	Rp2.886.641	Rp174.749.304	Rp418.988.198	Rp1.867.886.743	Rp224.834.563	Rp1.682.332.608	11	4	7
32	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp52.516.380	Rp1.530.220.753	Rp5.163.257	Rp1.491.467.131	9	1	8
33	Rp3.198.710	Rp193.641.121	Rp164.064.663	Rp1.632.167.094	Rp53.635.021	Rp1.530.336.951	6	1	5
34	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp42.526.099	Rp1.525.031.444	Rp12.555.451	Rp1.503.660.296	5	3	2
35	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp67.648.894	Rp1.545.353.268	Rp17.710.585	Rp1.504.014.458	7	2	5
36	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp44.556.079	Rp1.527.061.424	Rp9.922.340	Rp1.501.027.185	7	5	2
37	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp41.187.135	Rp1.523.692.481	Rp8.713.725	Rp1.499.818.570	5	2	3
38	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp4.615.994	Rp1.496.723.282	Rp360.070	Rp1.501.066.858	5	2	3
39	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp19.905.808	Rp1.507.212.124	Rp2.346.843	Rp1.498.252.660	7	4	3
40	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp119.235.768	Rp1.592.139.171	Rp39.390.399	Rp1.520.893.301	5	2	3
41	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp99.925.088	Rp1.572.828.491	Rp38.083.765	Rp1.519.586.667	8	1	7
42	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp79.063.734	Rp1.561.569.080	Rp54.391.223	Rp1.545.496.069	6	1	5
43	Rp3.198.710	Rp193.641.121	Rp126.470.268	Rp1.594.572.699	Rp50.180.572	Rp1.526.882.503	8	4	4
44	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp18.103.829	Rp1.510.211.117	Rp4.376.328	Rp1.505.083.116	11	4	7
45	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp72.428.908	Rp1.554.934.254	Rp28.426.431	Rp1.519.531.276	5	4	1
46	Rp3.198.710	Rp193.641.121	Rp100.865.666	Rp1.568.968.097	Rp24.943.665	Rp1.501.645.596	9	3	6
47	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp15.104.223	Rp1.502.410.539	Rp1.799.416	Rp1.497.705.233	7	4	3
48	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp76.054.454	Rp1.558.559.799	Rp23.429.833	Rp1.514.534.678	10	3	7
49	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp11.767.084	Rp1.499.073.400	Rp-	Rp1.495.905.817	8	3	5
50	Rp3.198.710	Rp193.641.121	Rp136.369.397	Rp1.604.471.828	Rp44.438.966	Rp1.521.140.897	11	1	10

Hasil Replikasi pada Uji Sensitivitas untuk Skenario Penurunan Lambda (λ) MTBF menjadi 7

Replikasi	Reorder Cost	Holding Cost	Single Supplier		Backup Supplier		Total Breakdown	Total Breakdown di Week Sama	Total Pulih Week Berbeda
			Shortage Cost	Total Cost	Shortage Cost	Total Cost			
1	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp5.897.420	Rp1.498.004.709	Rp2.793.730	Rp1.503.500.518	5	2	3
2	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp9.028.988	Rp1.501.136.276	Rp2.705.262	Rp1.503.412.050	6	2	4
3	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp35.864.226	Rp1.518.369.571	Rp6.432.140	Rp1.497.536.985	3	2	1
4	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp33.949.076	Rp1.516.454.421	Rp4.597.107	Rp1.495.701.953	8	3	5
5	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp67.376.982	Rp1.545.081.355	Rp17.343.643	Rp1.503.647.516	8	4	4
6	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp9.495.142	Rp1.496.801.458	Rp-	Rp1.495.905.817	8	5	3
7	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp83.349.408	Rp1.561.053.782	Rp27.050.255	Rp1.513.354.128	5	1	4
8	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp65.128.148	Rp1.542.832.521	Rp13.123.674	Rp1.499.427.548	6	0	6
9	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp67.777.243	Rp1.540.680.645	Rp14.738.932	Rp1.496.241.834	6	1	5
10	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp907.829	Rp1.493.015.117	Rp-	Rp1.500.706.788	8	6	2
11	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp43.993.069	Rp1.521.697.443	Rp4.604.145	Rp1.490.908.019	7	3	4
12	Rp3.588.797	Rp198.364.075	Rp82.275.997	Rp1.555.179.399	Rp21.266.435	Rp1.502.769.337	7	2	5
13	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp68.261.413	Rp1.545.965.787	Rp15.511.623	Rp1.501.815.497	9	1	8
14	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp36.149	Rp1.492.143.437	Rp-	Rp1.500.706.788	5	5	0
15	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp8.900.343	Rp1.501.007.631	Rp2.006.329	Rp1.502.713.118	5	3	2
16	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp168.229.918	Rp1.641.133.320	Rp61.199.519	Rp1.542.702.421	8	4	4
17	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp28.682.271	Rp1.515.988.588	Rp6.575.313	Rp1.502.481.129	6	1	5
18	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp53.092.207	Rp1.525.995.609	Rp5.475.206	Rp1.486.978.109	6	1	5
19	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp38.158.013	Rp1.511.061.415	Rp-	Rp1.481.502.902	5	1	4
20	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp14.680.478	Rp1.501.986.795	Rp1.272.305	Rp1.497.178.122	6	3	3
21	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp23.835.211	Rp1.506.340.556	Rp884.290	Rp1.491.989.136	6	2	4
22	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp45.410.798	Rp1.527.916.143	Rp10.376.066	Rp1.501.480.911	8	2	6
23	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp53.486.411	Rp1.531.190.785	Rp14.575.867	Rp1.500.879.741	5	1	4
24	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp88.618.097	Rp1.561.521.499	Rp19.887.528	Rp1.501.390.430	8	4	4
25	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp31.022.157	Rp1.518.328.474	Rp8.872.863	Rp1.504.778.680	8	4	4
26	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp6.135.910	Rp1.498.243.199	Rp423.343	Rp1.501.130.131	6	2	4
27	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp30.368.537	Rp1.508.072.911	Rp616.702	Rp1.486.920.576	5	2	3

Replikasi	Reorder Cost	Holding Cost	Single Supplier		Backup Supplier		Total Breakdown	Total Breakdown di Week Sama	Total Pulih Week Berbeda
			Shortage Cost	Total Cost	Shortage Cost	Total Cost			
28	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp94.668	Rp1.492.201.956	Rp-	Rp1.500.706.788	6	5	1
29	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp29.203.747	Rp1.516.510.064	Rp10.931.032	Rp1.506.836.849	3	1	2
30	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp1.883.678	Rp1.493.990.966	Rp-	Rp1.500.706.788	4	2	2
31	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp63.802.146	Rp1.546.307.491	Rp30.858.496	Rp1.521.963.341	8	3	5
32	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp41.265.055	Rp1.518.969.429	Rp6.112.928	Rp1.492.416.802	8	1	7
33	Rp3.198.710	Rp203.087.029	Rp156.564.336	Rp1.624.666.766	Rp44.396.516	Rp1.521.098.447	6	2	4
34	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp52.845.174	Rp1.530.549.548	Rp9.949.258	Rp1.496.253.132	6	2	4
35	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp49.677.907	Rp1.532.183.253	Rp12.113.206	Rp1.503.218.051	9	5	4
36	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp114.497	Rp1.492.221.785	Rp-	Rp1.500.706.788	6	3	3
37	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp82.294.584	Rp1.559.998.958	Rp21.587.191	Rp1.507.891.065	5	2	3
38	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp36.938.566	Rp1.519.443.912	Rp5.317.922	Rp1.496.422.767	6	3	3
39	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp73.069.903	Rp1.545.973.305	Rp13.381.074	Rp1.494.883.976	10	4	6
40	Rp3.042.675	Rp184.195.212	Rp223.742.783	Rp1.682.243.270	Rp110.853.637	Rp1.577.953.625	7	0	7
41	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp3.384.748	Rp1.495.492.036	Rp370.825	Rp1.501.077.613	3	2	1
42	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp83.525.758	Rp1.561.230.132	Rp21.881.394	Rp1.508.185.268	5	2	3
43	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp24.599.511	Rp1.511.905.828	Rp4.623.367	Rp1.500.529.184	7	2	5
44	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp9.420.421	Rp1.496.726.738	Rp-	Rp1.495.905.817	5	3	2
45	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp89.911.224	Rp1.562.814.626	Rp20.549.202	Rp1.502.052.104	7	4	3
46	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp43.932.329	Rp1.526.437.675	Rp11.578.399	Rp1.502.683.244	7	2	5
47	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp8.133.140	Rp1.500.240.428	Rp1.935.161	Rp1.502.641.949	6	2	4
48	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp81.346.022	Rp1.559.050.396	Rp50.602.401	Rp1.536.906.275	5	1	4
49	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp4.788	Rp1.492.112.076	Rp-	Rp1.500.706.788	2	1	1
50	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp93.273.783	Rp1.566.177.185	Rp19.856.483	Rp1.500.706.788	7	2	5

Hasil Replikasi pada Uji Sensitivitas untuk Skenario Peningkatan Lambda (λ) MTBF menjadi 9

Replikasi	Reorder Cost	Holding Cost	Single Supplier		Backup Supplier		Total Breakdown	Total Breakdown di Week Sama	Total Pulih Week Berbeda
			Shortage Cost	Total Cost	Shortage Cost	Total Cost			
1	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp3.121.250	Rp1.495.228.538	Rp264.790	Rp1.500.971.578	5	2	3
2	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp36.554.359	Rp1.523.860.676	Rp12.011.276	Rp1.507.917.093	7	1	6
3	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp52.674.582	Rp1.535.179.927	Rp14.663.537	Rp1.505.768.382	6	3	3
4	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp48.392.934	Rp1.526.097.307	Rp6.907.802	Rp1.493.211.676	5	3	2
5	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp65.999.036	Rp1.543.703.410	Rp16.924.307	Rp1.503.228.180	7	3	4
6	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp8.047.997	Rp1.500.155.285	Rp1.384.044	Rp1.502.090.832	7	3	4
7	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp72.350.823	Rp1.550.055.197	Rp16.612.900	Rp1.502.916.774	3	2	1
8	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp43.011.803	Rp1.520.716.176	Rp4.468.641	Rp1.490.772.515	7	1	6
9	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp63.901.907	Rp1.546.407.252	Rp15.387.741	Rp1.506.492.586	9	2	7
10	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp-	Rp1.492.107.288	Rp-	Rp1.500.706.788	1	1	0
11	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp29.836.027	Rp1.517.142.343	Rp9.834.869	Rp1.505.740.685	7	4	3
12	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp119.958.160	Rp1.592.861.562	Rp44.560.256	Rp1.526.063.158	9	4	5
13	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp30.833.488	Rp1.513.338.833	Rp4.471.347	Rp1.495.576.193	5	0	5
14	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp559.054	Rp1.492.666.343	Rp-	Rp1.500.706.788	1	0	1
15	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp5.250.915	Rp1.497.358.203	Rp357.477	Rp1.501.064.265	6	3	3
16	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp185.357	Rp1.492.292.646	Rp-	Rp1.500.706.788	4	3	1
17	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp52.343.689	Rp1.530.048.063	Rp7.839.983	Rp1.494.143.857	7	3	4
18	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp47.097.356	Rp1.524.801.730	Rp9.248.710	Rp1.495.552.584	10	4	6
19	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp41.436.487	Rp1.528.742.803	Rp10.702.315	Rp1.506.608.131	8	2	6
20	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp7.950.898	Rp1.500.058.186	Rp3.143.557	Rp1.503.850.345	5	3	2
21	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp41.826.515	Rp1.524.331.860	Rp10.867.794	Rp1.501.972.639	6	2	4
22	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp14.664.198	Rp1.501.970.515	Rp1.112.186	Rp1.497.018.003	3	0	3
23	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp63.744.989	Rp1.541.449.363	Rp34.302.372	Rp1.520.606.246	5	1	4
24	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp26.173.573	Rp1.508.678.918	Rp2.630.317	Rp1.493.735.162	4	2	2
25	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp31.428.104	Rp1.513.933.449	Rp6.975.056	Rp1.498.079.901	6	1	5
26	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp10.726.093	Rp1.502.833.381	Rp1.300.137	Rp1.502.006.925	6	2	4
27	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp49.022.698	Rp1.526.727.071	Rp7.727.588	Rp1.494.031.462	2	0	2

Replikasi	Reorder Cost	Holding Cost	Single Supplier		Backup Supplier		Total Breakdown	Total Breakdown di Week Sama	Total Pulih Week Berbeda
			Shortage Cost	Total Cost	Shortage Cost	Total Cost			
28	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp615.513	Rp1.492.722.801	Rp-	Rp1.500.706.788	5	4	1
29	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp33.391.134	Rp1.520.697.451	Rp12.319.464	Rp1.508.225.280	4	2	2
30	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp936.249	Rp1.493.043.537	Rp-	Rp1.500.706.788	4	2	2
31	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp47.893.222	Rp1.530.398.567	Rp22.166.269	Rp1.513.271.115	4	1	3
32	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp62.987.559	Rp1.535.890.961	Rp9.926.044	Rp1.491.428.946	10	3	7
33	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp3.167.565	Rp1.495.274.853	Rp-	Rp1.500.706.788	5	2	3
34	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp68.703.353	Rp1.546.407.727	Rp17.831.096	Rp1.504.134.970	9	4	5
35	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp4.927	Rp1.492.112.215	Rp-	Rp1.500.706.788	4	3	1
36	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp174.170	Rp1.492.281.458	Rp-	Rp1.500.706.788	2	1	1
37	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp70.883.637	Rp1.548.588.011	Rp44.615.239	Rp1.530.919.113	8	4	4
38	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp-	Rp1.492.107.288	Rp-	Rp1.500.706.788	1	1	0
39	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp21.534.634	Rp1.508.840.951	Rp4.073.549	Rp1.499.979.365	5	1	4
40	Rp3.120.693	Rp188.918.167	Rp170.983.645	Rp1.634.285.105	Rp76.168.197	Rp1.548.069.156	6	1	5
41	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp60.067.669	Rp1.537.772.042	Rp14.286.564	Rp1.500.590.438	5	2	3
42	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp86.340.332	Rp1.568.845.677	Rp33.192.651	Rp1.524.297.497	7	3	4
43	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp19.382.191	Rp1.511.489.479	Rp4.703.647	Rp1.505.410.435	8	2	6
44	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp15.354.945	Rp1.507.462.233	Rp3.743.898	Rp1.504.450.686	9	2	7
45	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp100.751.558	Rp1.573.654.961	Rp27.835.994	Rp1.509.338.896	4	1	3
46	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp40.151.056	Rp1.522.656.402	Rp10.299.626	Rp1.501.404.471	7	4	3
47	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp-	Rp1.492.107.288	Rp-	Rp1.500.706.788	5	5	0
48	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp47.595.048	Rp1.530.100.394	Rp13.582.179	Rp1.504.687.024	5	3	2
49	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp6.243.108	Rp1.498.350.396	Rp1.337.177	Rp1.502.043.965	4	1	3
50	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp7.216.028	Rp1.499.323.317	Rp2.575.622	Rp1.503.282.410	3	1	2

Hasil Replikasi pada Uji Sensitivitas untuk Skenario Peningkatan Lambda (λ) MTBF menjadi 10

Replikasi	Reorder Cost	Holding Cost	Single Supplier		Backup Supplier		Total Breakdown	Total Breakdown di Week Sama	Total Pulih Week Berbeda
			Shortage Cost	Total Cost	Shortage Cost	Total Cost			
1	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp6.903.405	Rp1.499.010.693	Rp3.948.908	Rp1.504.655.697	4	0	4
2	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp20.853.548	Rp1.508.159.864	Rp2.356.416	Rp1.498.262.232	6	2	4
3	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp39.628.206	Rp1.522.133.551	Rp7.261.034	Rp1.498.365.879	4	2	2
4	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp32.852.237	Rp1.520.158.554	Rp10.543.540	Rp1.506.449.357	5	1	4
5	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp58.606.928	Rp1.536.311.301	Rp13.225.244	Rp1.499.529.118	6	3	3
6	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp5.990.845	Rp1.498.098.133	Rp1.709.523	Rp1.502.416.312	2	0	2
7	Rp3.198.710	Rp193.641.121	Rp84.745.764	Rp1.552.848.195	Rp19.289.827	Rp1.495.991.758	8	3	5
8	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp35.230.398	Rp1.522.536.715	Rp10.608.070	Rp1.506.513.886	4	0	4
9	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp94.628.936	Rp1.567.532.338	Rp25.037.140	Rp1.506.540.042	8	2	6
10	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp1.258.764	Rp1.493.366.052	Rp-	Rp1.500.706.788	3	2	1
11	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp16.187.101	Rp1.503.493.418	Rp2.842.190	Rp1.498.748.007	5	2	3
12	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp98.319.183	Rp1.571.222.585	Rp24.630.148	Rp1.506.133.050	5	2	3
13	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp26.181.396	Rp1.513.487.713	Rp5.583.647	Rp1.501.489.463	6	1	5
14	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp5.787.925	Rp1.497.895.213	Rp103.353	Rp1.500.810.141	6	3	3
15	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp4.538.158	Rp1.496.645.446	Rp79.920	Rp1.500.786.708	6	4	2
16	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp-	Rp1.492.107.288	Rp-	Rp1.500.706.788	2	2	0
17	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp39.297.451	Rp1.521.802.796	Rp6.841.556	Rp1.497.946.402	3	1	2
18	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp19.749.111	Rp1.507.055.427	Rp3.767.438	Rp1.499.673.255	6	4	2
19	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp11.513.052	Rp1.498.819.369	Rp452.691	Rp1.496.358.507	2	0	2
20	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp8.641.240	Rp1.500.748.529	Rp2.790.861	Rp1.503.497.649	5	3	2
21	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp25.578.814	Rp1.512.885.131	Rp8.469.081	Rp1.504.374.898	5	3	2
22	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp19.038.958	Rp1.506.345.275	Rp3.191.557	Rp1.499.097.374	3	0	3
23	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp73.015.092	Rp1.550.719.465	Rp28.413.909	Rp1.514.717.782	4	1	3
24	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp10.004.871	Rp1.497.311.187	Rp-	Rp1.495.905.817	2	1	1
25	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp32.121.501	Rp1.514.626.846	Rp12.250.989	Rp1.503.355.835	6	1	5
26	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp5.469.299	Rp1.497.576.587	Rp1.318.431	Rp1.502.025.219	5	2	3
27	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp56.524.020	Rp1.534.228.393	Rp14.127.124	Rp1.500.430.997	5	2	3

Replikasi	Reorder Cost	Holding Cost	Single Supplier		Backup Supplier		Total Breakdown	Total Breakdown di Week Sama	Total Pulih Week Berbeda
			Shortage Cost	Total Cost	Shortage Cost	Total Cost			
28	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp2.204.770	Rp1.494.312.058	Rp-	Rp1.500.706.788	3	1	2
29	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp56.399.628	Rp1.538.904.973	Rp20.267.422	Rp1.511.372.267	8	2	6
30	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp-	Rp1.492.107.288	Rp-	Rp1.500.706.788	3	3	0
31	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp50.321.944	Rp1.528.026.318	Rp10.861.118	Rp1.497.164.992	4	0	4
32	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp984	Rp1.492.108.272	Rp-	Rp1.500.706.788	2	1	1
33	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp6.046.775	Rp1.498.154.063	Rp56.903	Rp1.500.763.691	5	2	3
34	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp54.586.213	Rp1.532.290.586	Rp9.845.497	Rp1.496.149.371	7	3	4
35	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp92.424.762	Rp1.565.328.164	Rp22.058.926	Rp1.503.561.828	7	4	3
36	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp2.557.188	Rp1.494.664.476	Rp-	Rp1.500.706.788	6	4	2
37	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp69.201.401	Rp1.551.706.746	Rp27.940.127	Rp1.519.044.972	6	4	2
38	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp9.147.629	Rp1.501.254.917	Rp2.214.788	Rp1.502.921.576	6	3	3
39	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp752.052	Rp1.492.859.340	Rp-	Rp1.500.706.788	2	1	1
40	Rp3.120.693	Rp188.918.167	Rp128.959.864	Rp1.592.261.323	Rp29.008.282	Rp1.500.909.241	6	2	4
41	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp86.790.443	Rp1.559.693.845	Rp22.998.149	Rp1.504.501.051	8	3	5
42	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp3.837.079	Rp1.495.944.368	Rp628.081	Rp1.501.334.870	1	0	1
43	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp-	Rp1.492.107.288	Rp-	Rp1.500.706.788	2	2	0
44	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp8.122.897	Rp1.495.429.214	Rp-	Rp1.495.905.817	3	2	1
45	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp86.895.956	Rp1.564.600.329	Rp22.710.555	Rp1.509.014.428	7	3	4
46	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp21.087.622	Rp1.508.393.938	Rp4.224.909	Rp1.500.130.726	5	2	3
47	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp-	Rp1.492.107.288	Rp-	Rp1.500.706.788	4	4	0
48	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp76.904.188	Rp1.554.608.562	Rp19.381.340	Rp1.505.685.213	4	2	2
49	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp17.110.895	Rp1.504.417.212	Rp9.945.352	Rp1.505.851.169	6	3	3
50	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp5.709.961	Rp1.497.817.249	Rp351.912	Rp1.501.058.700	2	0	2

Hasil Replikasi pada Uji Sensitivitas untuk Skenario Penurunan Lambda (λ) MTTR menjadi 0.5

Replikasi	Reorder Cost	Holding Cost	Single Supplier		Backup Supplier		Total Breakdown	Total Breakdown di Week Sama	Total Pulih Week Berbeda
			Shortage Cost	Total Cost	Shortage Cost	Total Cost			
1	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp10.185.908	Rp1.497.492.225	Rp803.287	Rp1.496.709.103	12	9	3
2	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp4.274.779	Rp1.496.382.067	Rp-	Rp1.500.706.788	8	3	5
3	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp806.571	Rp1.492.913.859	Rp-	Rp1.500.706.788	7	4	3
4	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp16.295.781	Rp1.503.602.097	Rp1.777.913	Rp1.497.683.729	8	2	6
5	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp10.263.921	Rp1.502.371.209	Rp2.410.853	Rp1.503.117.641	8	3	5
6	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp15.077.540	Rp1.507.184.828	Rp5.202.138	Rp1.505.908.926	11	5	6
7	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp3.155.603	Rp1.495.262.891	Rp-	Rp1.500.706.788	9	5	4
8	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp9.812.778	Rp1.501.920.066	Rp2.603.440	Rp1.503.310.228	6	4	2
9	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp819.290	Rp1.492.926.578	Rp-	Rp1.500.706.788	11	9	2
10	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp437.718	Rp1.492.545.006	Rp-	Rp1.500.706.788	7	5	2
11	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp9.298.161	Rp1.496.604.477	Rp-	Rp1.495.905.817	11	9	2
12	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp4.567.833	Rp1.496.675.121	Rp-	Rp1.500.706.788	11	8	3
13	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp4.525.562	Rp1.496.632.850	Rp486.214	Rp1.501.193.002	7	4	3
14	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp4.202.567	Rp1.496.309.855	Rp-	Rp1.500.706.788	9	4	5
15	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp12.222.550	Rp1.499.528.866	Rp560.293	Rp1.496.466.110	7	5	2
16	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp2.809.736	Rp1.494.917.025	Rp-	Rp1.500.706.788	8	5	3
17	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp1.912.391	Rp1.494.019.679	Rp-	Rp1.500.706.788	8	5	3
18	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp4.687.863	Rp1.496.795.152	Rp393.935	Rp1.501.100.724	8	4	4
19	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp3.148.219	Rp1.495.255.507	Rp-	Rp1.500.706.788	6	2	4
20	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp1.430.650	Rp1.493.537.938	Rp-	Rp1.500.706.788	8	6	2
21	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp1.233.671	Rp1.493.340.959	Rp-	Rp1.500.706.788	10	6	4
22	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp8.498.126	Rp1.500.605.414	Rp1.132.301	Rp1.501.839.089	6	2	4
23	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp2.932.528	Rp1.495.039.816	Rp-	Rp1.500.706.788	7	6	1
24	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp7.323.569	Rp1.499.430.857	Rp1.211.324	Rp1.501.918.112	8	5	3
25	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp13.007.868	Rp1.500.314.185	Rp1.015.276	Rp1.496.921.092	7	4	3
26	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp6.433.383	Rp1.498.540.672	Rp1.438.319	Rp1.502.145.107	11	6	5
27	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp19.695.339	Rp1.507.001.655	Rp4.297.816	Rp1.500.203.633	8	3	5

Replikasi	Reorder Cost	Holding Cost	Single Supplier		Backup Supplier		Total Breakdown	Total Breakdown di Week Sama	Total Pulih Week Berbeda
			Shortage Cost	Total Cost	Shortage Cost	Total Cost			
28	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp8.891.543	Rp1.500.998.831	Rp2.005.509	Rp1.502.712.297	6	4	2
29	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp26.347.381	Rp1.513.653.698	Rp9.523.646	Rp1.505.429.463	8	6	2
30	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp3.963.029	Rp1.496.070.318	Rp-	Rp1.500.706.788	6	3	3
31	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp16.938.000	Rp1.504.244.317	Rp3.031.567	Rp1.498.937.384	10	6	4
32	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp10.956.417	Rp1.503.063.706	Rp3.259.613	Rp1.503.966.401	8	5	3
33	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp6.362.988	Rp1.498.470.276	Rp486.635	Rp1.501.193.423	8	5	3
34	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp8.865.817	Rp1.500.973.105	Rp2.422.381	Rp1.503.129.169	10	6	4
35	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp5.277.424	Rp1.497.384.712	Rp1.514.027	Rp1.502.220.815	6	5	1
36	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp804.157	Rp1.492.911.445	Rp-	Rp1.500.706.788	9	9	0
37	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp21.978.803	Rp1.509.285.120	Rp2.685.919	Rp1.498.591.736	10	3	7
38	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp44.850.993	Rp1.527.356.338	Rp11.998.224	Rp1.503.103.069	12	5	7
39	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp12.163.964	Rp1.499.470.280	Rp824.193	Rp1.496.730.010	7	4	3
40	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp13.804.738	Rp1.505.912.026	Rp1.762.422	Rp1.502.469.210	13	5	8
41	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp154.844	Rp1.492.262.132	Rp-	Rp1.500.706.788	9	6	3
42	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp1.731.774	Rp1.493.839.062	Rp-	Rp1.500.706.788	9	6	3
43	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp7.612.703	Rp1.499.719.991	Rp664.258	Rp1.501.371.046	8	4	4
44	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp1.122.448	Rp1.493.229.736	Rp-	Rp1.500.706.788	9	6	3
45	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp1.120	Rp1.492.108.408	Rp-	Rp1.500.706.788	9	8	1
46	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp42.482	Rp1.492.149.770	Rp-	Rp1.500.706.788	7	5	2
47	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp35.013.162	Rp1.517.518.507	Rp7.221.492	Rp1.498.326.337	7	3	4
48	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp1.943.896	Rp1.494.051.184	Rp-	Rp1.500.706.788	10	5	5
49	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp989.383	Rp1.493.096.671	Rp-	Rp1.500.706.788	11	8	3
50	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp16.955.012	Rp1.504.261.328	Rp1.253.992	Rp1.497.159.808	6	1	5

Hasil Replikasi pada Uji Sensitivitas untuk Skenario Penurunan Lambda (λ) MTTR menjadi 0.75

Replikasi	Reorder Cost	Holding Cost	Single Supplier		Backup Supplier		Total Breakdown	Total Breakdown di Week Sama	Total Pulih Week Berbeda
			Shortage Cost	Total Cost	Shortage Cost	Total Cost			
1	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp39.819.217	Rp1.522.324.562	Rp2.729.819	Rp1.493.834.664	11	4	7
2	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp2.633.213	Rp1.494.740.501	Rp-	Rp1.500.706.788	8	6	2
3	Rp3.588.797	Rp212.532.937	Rp14.259.635	Rp1.501.565.951	Rp443.891	Rp1.496.349.708	7	3	4
4	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp38.173.954	Rp1.525.480.271	Rp13.832.960	Rp1.509.738.777	6	4	2
5	Rp3.354.745	Rp212.532.937	Rp19.205.193	Rp1.506.511.509	Rp1.949.577	Rp1.497.855.394	7	3	4
6	Rp3.588.797	Rp212.532.937	Rp17.582.581	Rp1.504.888.898	Rp1.818.397	Rp1.497.724.214	11	4	7
7	Rp3.198.710	Rp203.087.029	Rp60.405.696	Rp1.538.110.070	Rp14.369.106	Rp1.500.672.979	7	3	4
8	Rp3.510.779	Rp207.809.983	Rp33.549.204	Rp1.516.054.549	Rp6.484.199	Rp1.497.589.044	6	2	4
9	Rp3.276.727	Rp212.532.937	Rp12.110.492	Rp1.499.416.809	Rp-	Rp1.495.905.817	10	3	7
10	Rp3.588.797	Rp212.532.937	Rp13.887.268	Rp1.501.193.585	Rp1.220.346	Rp1.497.126.163	7	5	2
11	Rp3.510.779	Rp203.087.029	Rp43.049.720	Rp1.520.754.093	Rp12.372.528	Rp1.498.676.401	11	7	4
12	Rp3.276.727	Rp207.809.983	Rp54.667.778	Rp1.537.173.123	Rp17.391.484	Rp1.508.496.329	10	1	9
13	Rp3.510.779	Rp217.255.891	Rp-	Rp1.492.107.288	Rp-	Rp1.500.706.788	7	7	0
14	Rp3.588.797	Rp212.532.937	Rp21.444.077	Rp1.508.750.394	Rp5.835.344	Rp1.501.741.161	8	4	4
15	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp971.809	Rp1.493.079.097	Rp-	Rp1.500.706.788	7	4	3
16	Rp3.588.797	Rp212.532.937	Rp15.814.470	Rp1.503.120.786	Rp2.239.155	Rp1.498.144.972	8	5	3
17	Rp3.432.762	Rp217.255.891	Rp2.785.001	Rp1.494.892.289	Rp-	Rp1.500.706.788	8	4	4
18	Rp3.510.779	Rp203.087.029	Rp69.296.027	Rp1.547.000.401	Rp19.097.427	Rp1.505.401.301	6	2	4
19	Rp3.510.779	Rp207.809.983	Rp62.091.585	Rp1.544.596.930	Rp19.176.023	Rp1.510.280.868	6	2	4
20	Rp3.588.797	Rp212.532.937	Rp16.204.955	Rp1.503.511.272	Rp34.281	Rp1.495.940.098	7	3	4
21	Rp3.510.779	Rp203.087.029	Rp51.284.829	Rp1.528.989.202	Rp11.981.033	Rp1.498.284.907	10	5	5
22	Rp3.510.779	Rp217.255.891	Rp-	Rp1.492.107.288	Rp-	Rp1.500.706.788	6	6	0
23	Rp3.354.745	Rp207.809.983	Rp33.270.342	Rp1.515.775.688	Rp6.261.066	Rp1.497.365.911	6	2	4
24	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp19.357.840	Rp1.506.664.156	Rp4.488.536	Rp1.500.394.353	7	4	3
25	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp39.851.970	Rp1.522.357.315	Rp10.994.997	Rp1.502.099.842	7	4	3
26	Rp3.588.797	Rp207.809.983	Rp33.487.948	Rp1.515.993.293	Rp4.537.628	Rp1.495.642.473	7	4	3
27	Rp3.354.745	Rp212.532.937	Rp17.543.379	Rp1.504.849.695	Rp1.777.806	Rp1.497.683.623	8	3	5

Replikasi	Reorder Cost	Holding Cost	Single Supplier		Backup Supplier		Total Breakdown	Total Breakdown di Week Sama	Total Pulih Week Berbeda
			Shortage Cost	Total Cost	Shortage Cost	Total Cost			
28	Rp3.588.797	Rp212.532.937	Rp15.717.632	Rp1.503.023.949	Rp1.740.203	Rp1.497.646.019	6	1	5
29	Rp3.432.762	Rp203.087.029	Rp55.176.111	Rp1.532.880.485	Rp9.661.538	Rp1.495.965.411	8	3	5
30	Rp3.588.797	Rp212.532.937	Rp19.767.742	Rp1.507.074.058	Rp1.985.510	Rp1.497.891.326	5	1	4
31	Rp3.354.745	Rp217.255.891	Rp14.386.870	Rp1.506.494.158	Rp4.399.791	Rp1.505.106.579	10	4	6
32	Rp3.588.797	Rp212.532.937	Rp19.953.671	Rp1.507.259.988	Rp2.167.782	Rp1.498.073.599	8	4	4
33	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp15.381.326	Rp1.507.488.615	Rp4.837.184	Rp1.505.543.972	8	4	4
34	Rp3.354.745	Rp207.809.983	Rp57.073.814	Rp1.539.579.159	Rp14.461.692	Rp1.505.566.538	11	5	6
35	Rp3.276.727	Rp203.087.029	Rp66.275.364	Rp1.543.979.737	Rp16.056.746	Rp1.502.360.619	7	2	5
36	Rp3.588.797	Rp207.809.983	Rp60.665.102	Rp1.543.170.447	Rp17.463.256	Rp1.508.568.101	10	4	6
37	Rp3.432.762	Rp212.532.937	Rp13.999.995	Rp1.501.306.312	Rp7.428.104	Rp1.503.333.921	10	7	3
38	Rp3.588.797	Rp207.809.983	Rp33.855.504	Rp1.516.360.850	Rp4.177.358	Rp1.495.282.203	12	6	6
39	Rp3.588.797	Rp212.532.937	Rp40.853.931	Rp1.528.160.248	Rp12.923.773	Rp1.508.829.589	8	3	5
40	Rp3.120.693	Rp207.809.983	Rp34.288.802	Rp1.516.794.147	Rp3.645.237	Rp1.494.750.082	13	6	7
41	Rp3.276.727	Rp217.255.891	Rp5.549.398	Rp1.497.656.686	Rp283.387	Rp1.500.990.175	9	5	4
42	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp1.150.600	Rp1.493.257.888	Rp-	Rp1.500.706.788	9	6	3
43	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp2.454.845	Rp1.494.562.133	Rp-	Rp1.500.706.788	8	3	5
44	Rp3.510.779	Rp207.809.983	Rp41.130.538	Rp1.523.635.883	Rp5.873.866	Rp1.496.978.711	8	3	5
45	Rp3.354.745	Rp217.255.891	Rp-	Rp1.492.107.288	Rp-	Rp1.500.706.788	9	9	0
46	Rp3.510.779	Rp217.255.891	Rp21.678	Rp1.492.128.966	Rp-	Rp1.500.706.788	6	5	1
47	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp2.944.595	Rp1.495.051.883	Rp-	Rp1.500.706.788	7	5	2
48	Rp3.354.745	Rp217.255.891	Rp7.878.417	Rp1.499.985.705	Rp1.523.972	Rp1.502.230.760	9	4	5
49	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp25.193.924	Rp1.512.500.240	Rp7.907.612	Rp1.503.813.428	10	6	4
50	Rp3.588.797	Rp212.532.937	Rp16.600.959	Rp1.503.907.276	Rp9.786.119	Rp1.505.691.936	6	2	4

Hasil Replikasi pada Uji Sensitivitas untuk Skenario Peningkatan Lambda (λ) MTTR menjadi 1.25

Replikasi	Reorder Cost	Holding Cost	Single Supplier		Backup Supplier		Total Breakdown	Total Breakdown di Week Sama	Total Pulih Week Berbeda
			Shortage Cost	Total Cost	Shortage Cost	Total Cost			
1	Rp3.276.727	Rp207.809.983	Rp42.158.182	Rp1.524.663.527	Rp6.793.448	Rp1.497.898.294	8	0	8
2	Rp3.198.710	Rp193.641.121	Rp114.189.256	Rp1.582.291.687	Rp-	Rp1.507.005.467	7	1	6
3	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp126.413.545	Rp1.604.117.919	Rp443.891	Rp1.536.152.939	6	2	4
4	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp81.203.205	Rp1.554.106.607	Rp13.832.960	Rp1.499.917.141	8	2	6
5	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp1.286.869	Rp1.521.949.243	Rp1.949.577	Rp1.498.002.150	8	4	4
6	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp40.893.676	Rp1.523.399.021	Rp1.818.397	Rp1.495.933.833	12	4	8
7	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp16.244.768	Rp1.503.551.084	Rp14.369.106	Rp1.495.947.984	9	3	6
8	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp18.831.038	Rp1.506.137.355	Rp6.484.199	Rp1.497.850.249	6	1	5
9	Rp3.198.710	Rp193.641.121	Rp183.885.424	Rp1.651.987.855	Rp-	Rp1.576.500.335	10	3	7
10	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp32.409.388	Rp1.514.914.734	Rp1.220.346	Rp1.493.016.279	7	1	6
11	Rp3.120.693	Rp188.918.167	Rp125.564.433	Rp1.588.865.892	Rp12.372.528	Rp1.501.113.889	10	4	6
12	Rp2.964.658	Rp179.472.258	Rp184.514.239	Rp1.638.213.755	Rp17.391.484	Rp1.504.182.347	9	3	6
13	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp61.394.399	Rp1.543.899.745	Rp-	Rp1.508.366.992	5	0	5
14	Rp2.886.641	Rp174.749.304	Rp174.597.344	Rp1.623.495.889	Rp5.835.344	Rp1.499.968.765	7	1	6
15	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp2.173.553	Rp1.494.280.842	Rp-	Rp1.500.706.788	6	3	3
16	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp12.238.407	Rp1.504.345.695	Rp2.239.155	Rp1.503.819.644	7	2	5
17	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp46.304.607	Rp1.528.809.953	Rp-	Rp1.502.802.270	8	4	4
18	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp25.770.851	Rp1.513.077.168	Rp19.097.427	Rp1.501.420.581	6	2	4
19	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp38.124.308	Rp1.520.629.653	Rp19.176.023	Rp1.506.395.172	7	2	5
20	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp41.968.423	Rp1.524.473.768	Rp34.281	Rp1.497.104.425	6	2	4
21	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp60.274.196	Rp1.533.177.598	Rp11.981.033	Rp1.497.998.086	9	3	6
22	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp56.163.386	Rp1.538.668.732	Rp-	Rp1.510.435.696	5	3	2
23	Rp3.198.710	Rp193.641.121	Rp110.383.187	Rp1.578.485.618	Rp6.261.066	Rp1.503.529.169	6	1	5
24	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp79.729.619	Rp1.557.433.993	Rp4.488.536	Rp1.511.091.789	7	2	5
25	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp1.286.869	Rp1.493.394.157	Rp10.994.997	Rp1.500.706.788	8	4	4
26	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp82.533.086	Rp1.560.237.460	Rp4.537.628	Rp1.515.295.082	9	4	5
27	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp18.702.685	Rp1.506.009.002	Rp1.777.806	Rp1.498.215.509	8	4	4

Replikasi	Reorder Cost	Holding Cost	Single Supplier		Backup Supplier		Total Breakdown	Total Breakdown di Week Sama	Total Pulih Week Berbeda
			Shortage Cost	Total Cost	Shortage Cost	Total Cost			
28	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp75.864.706	Rp1.553.569.080	Rp1.740.203	Rp1.534.055.687	6	2	4
29	Rp3.198.710	Rp193.641.121	Rp124.399.794	Rp1.592.502.224	Rp9.661.538	Rp1.515.777.161	7	3	4
30	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp35.476.693	Rp1.522.783.009	Rp1.985.510	Rp1.507.724.388	6	1	5
31	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp16.461.303	Rp1.503.767.619	Rp4.399.791	Rp1.495.914.591	8	2	6
32	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp63.228.814	Rp1.540.933.188	Rp2.167.782	Rp1.500.641.251	8	3	5
33	Rp3.120.693	Rp188.918.167	Rp203.342.624	Rp1.666.644.083	Rp4.837.184	Rp1.535.582.687	8	5	3
34	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp76.512.423	Rp1.549.415.825	Rp14.461.692	Rp1.498.970.337	11	5	6
35	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp26.667.108	Rp1.509.172.454	Rp16.056.746	Rp1.492.276.429	7	2	5
36	Rp2.730.606	Rp165.303.396	Rp395.012.194	Rp1.834.308.796	Rp17.463.256	Rp1.589.227.132	10	1	9
37	Rp3.120.693	Rp188.918.167	Rp181.013.210	Rp1.644.314.670	Rp7.428.104	Rp1.556.647.910	9	4	5
38	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp80.129.249	Rp1.553.032.651	Rp4.177.358	Rp1.499.095.721	12	4	8
39	Rp3.120.693	Rp188.918.167	Rp139.314.435	Rp1.602.615.894	Rp12.923.773	Rp1.506.395.172	8	1	7
40	Rp2.886.641	Rp174.749.304	Rp306.371.638	Rp1.755.270.182	Rp3.645.237	Rp1.555.839.052	11	2	9
41	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp27.364.672	Rp1.514.670.988	Rp283.387	Rp1.499.803.391	9	3	6
42	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp73.902.039	Rp1.546.805.441	Rp-	Rp1.499.417.428	8	2	6
43	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp32.386.326	Rp1.519.692.642	Rp-	Rp1.506.253.513	7	2	5
44	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp21.563.181	Rp1.513.670.469	Rp5.873.866	Rp1.505.397.709	8	2	6
45	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp3.743.578	Rp1.495.850.866	Rp-	Rp1.501.165.688	9	7	2
46	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp99.599.214	Rp1.572.502.617	Rp-	Rp1.504.956.683	8	2	6
47	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp47.091.212	Rp1.524.795.586	Rp-	Rp1.492.257.692	7	2	5
48	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp43.719.541	Rp1.531.025.857	Rp1.523.972	Rp1.510.039.870	10	2	8
49	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp90.937.364	Rp1.563.840.766	Rp7.907.612	Rp1.508.212.588	8	4	4
50	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp102.626.004	Rp1.580.330.377	Rp9.786.119	Rp1.524.696.855	6	1	5

Hasil Replikasi pada Uji Sensitivitas untuk Skenario Peningkatan Lambda (λ) MTTR menjadi 1.5

Replikasi	Reorder Cost	Holding Cost	Single Supplier		Backup Supplier		Total Breakdown	Total Breakdown di Week Sama	Total Pulih Week Berbeda
			Shortage Cost	Total Cost	Shortage Cost	Total Cost			
1	Rp2.964.658	Rp179.472.258	Rp198.542.369	Rp1.652.241.885	Rp60.859.077	Rp1.523.158.093	8	3	5
2	Rp3.120.693	Rp188.918.167	Rp407.878.404	Rp1.871.179.863	Rp279.238.218	Rp1.751.139.178	8	0	8
3	Rp3.198.710	Rp193.641.121	Rp163.776.478	Rp1.631.878.909	Rp51.517.476	Rp1.528.219.407	5	1	4
4	Rp3.120.693	Rp188.918.167	Rp128.631.291	Rp1.591.932.750	Rp37.682.862	Rp1.509.583.821	6	1	5
5	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp76.607.524	Rp1.549.510.926	Rp17.690.041	Rp1.499.192.943	7	4	3
6	Rp2.964.658	Rp179.472.258	Rp156.730.056	Rp1.610.429.572	Rp37.725.009	Rp1.500.024.025	11	3	8
7	Rp3.198.710	Rp193.641.121	Rp230.635.479	Rp1.698.737.910	Rp75.011.429	Rp1.551.713.360	7	1	6
8	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp50.805.774	Rp1.533.311.119	Rp10.734.664	Rp1.501.839.509	6	1	5
9	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp77.218.549	Rp1.554.922.922	Rp21.691.737	Rp1.507.995.611	10	2	8
10	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp88.158.973	Rp1.561.062.375	Rp26.111.132	Rp1.507.614.034	7	3	4
11	Rp3.120.693	Rp188.918.167	Rp222.088.852	Rp1.685.390.311	Rp81.554.218	Rp1.553.455.177	10	1	9
12	Rp2.730.606	Rp165.303.396	Rp546.317.650	Rp1.985.614.252	Rp209.769.135	Rp1.657.665.237	8	3	5
13	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp69.510.714	Rp1.542.414.116	Rp13.280.242	Rp1.494.783.145	5	1	4
14	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp8.064.057	Rp1.500.171.345	Rp1.129.452	Rp1.501.836.241	8	4	4
15	Rp2.808.623	Rp170.026.350	Rp452.665.569	Rp1.896.763.142	Rp161.965.860	Rp1.614.662.934	6	2	4
16	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp5.059.273	Rp1.497.166.561	Rp459.596	Rp1.501.166.385	7	4	3
17	Rp3.588.797	Rp217.255.891	Rp4.441.816	Rp1.496.549.104	Rp782.535	Rp1.501.489.323	8	5	3
18	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp9.450.846	Rp1.496.757.163	Rp-	Rp1.495.905.817	6	2	4
19	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp123.093.539	Rp1.595.996.941	Rp40.661.250	Rp1.522.164.152	7	3	4
20	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp68.563.428	Rp1.541.466.830	Rp18.016.599	Rp1.499.519.501	7	3	4
21	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp63.573.228	Rp1.541.277.602	Rp17.587.668	Rp1.503.891.542	10	6	4
22	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp68.949.208	Rp1.546.653.581	Rp16.662.737	Rp1.502.966.610	5	0	5
23	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp39.603.482	Rp1.526.909.799	Rp12.949.252	Rp1.508.855.068	7	3	4
24	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp41.071.785	Rp1.523.577.130	Rp6.957.732	Rp1.498.062.577	7	1	6
25	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp107.745.935	Rp1.585.450.309	Rp39.288.736	Rp1.525.592.610	7	4	3
26	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp148.376.112	Rp1.621.279.514	Rp84.278.682	Rp1.565.781.584	7	3	4
27	Rp2.964.658	Rp179.472.258	Rp155.878.337	Rp1.609.577.853	Rp58.209.727	Rp1.520.508.743	8	2	6

Replikasi	Reorder Cost	Holding Cost	Single Supplier		Backup Supplier		Total Breakdown	Total Breakdown di Week Sama	Total Pulih Week Berbeda
			Shortage Cost	Total Cost	Shortage Cost	Total Cost			
28	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp32.881.818	Rp1.515.387.163	Rp5.118.578	Rp1.496.223.423	6	0	6
29	Rp3.198.710	Rp193.641.121	Rp150.000.258	Rp1.618.102.689	Rp47.790.069	Rp1.524.492.000	7	3	4
30	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp50.753.588	Rp1.528.457.962	Rp8.099.428	Rp1.494.403.302	5	0	5
31	Rp3.120.693	Rp198.364.075	Rp139.282.885	Rp1.612.186.287	Rp53.167.621	Rp1.534.670.523	8	5	3
32	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp97.799.515	Rp1.575.503.889	Rp37.569.095	Rp1.523.872.968	8	3	5
33	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp41.381.377	Rp1.523.886.722	Rp5.267.453	Rp1.496.372.298	8	2	6
34	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp81.523.884	Rp1.554.427.286	Rp20.326.054	Rp1.501.828.956	10	3	7
35	Rp3.042.675	Rp184.195.212	Rp144.679.118	Rp1.603.179.606	Rp31.774.171	Rp1.498.874.159	7	1	6
36	Rp3.198.710	Rp193.641.121	Rp222.705.247	Rp1.690.807.678	Rp83.918.334	Rp1.560.620.265	11	2	9
37	Rp3.198.710	Rp193.641.121	Rp191.666.438	Rp1.659.768.869	Rp84.613.883	Rp1.561.315.814	8	1	7
38	Rp3.276.727	Rp198.364.075	Rp184.221.623	Rp1.657.125.025	Rp68.515.015	Rp1.550.017.918	10	3	7
39	Rp2.964.658	Rp179.472.258	Rp206.639.983	Rp1.660.339.500	Rp61.575.667	Rp1.523.874.683	8	3	5
40	Rp3.120.693	Rp188.918.167	Rp162.356.995	Rp1.625.658.454	Rp49.626.665	Rp1.521.527.624	11	2	9
41	Rp3.120.693	Rp188.918.167	Rp170.749.237	Rp1.634.050.696	Rp55.169.059	Rp1.527.070.019	9	4	5
42	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp44.726.514	Rp1.527.231.859	Rp7.976.496	Rp1.499.081.341	8	1	7
43	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp59.747.629	Rp1.537.452.003	Rp29.483.619	Rp1.515.787.493	8	3	5
44	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp37.313.713	Rp1.524.620.030	Rp11.048.787	Rp1.506.954.604	8	0	8
45	Rp3.198.710	Rp193.641.121	Rp75.921.667	Rp1.544.024.098	Rp12.423.413	Rp1.489.125.344	7	2	5
46	Rp2.886.641	Rp174.749.304	Rp213.210.268	Rp1.662.108.813	Rp58.953.276	Rp1.516.451.320	8	0	8
47	Rp3.354.745	Rp203.087.029	Rp70.120.255	Rp1.547.824.629	Rp18.538.941	Rp1.504.842.815	7	2	5
48	Rp3.198.710	Rp193.641.121	Rp125.912.455	Rp1.594.014.886	Rp38.428.459	Rp1.515.130.389	9	5	4
49	Rp3.510.779	Rp212.532.937	Rp31.787.642	Rp1.519.093.959	Rp11.108.074	Rp1.507.013.891	9	5	4
50	Rp3.432.762	Rp207.809.983	Rp39.899.671	Rp1.522.405.016	Rp8.907.912	Rp1.500.012.758	6	1	5

Hasil Replikasi pada Uji Sensitivitas untuk Skenario Peningkatan dan Penurunan Biaya Kapasitas Reservasi (0.5%, 0.75%, 1.25% dan 1.5% dari *Unit Cost*)

Replikasi	UB = 0,5%UC		UB = 0,75%UC		UB = 1,25%UC		UB = 1,5%UC	
	<i>Shortage Cost</i>	<i>Total Cost</i>						
1	Rp2.144.176	Rp1.494.132.443	Rp2.276.742	Rp1.496.462.658	Rp2.754.573	Rp1.500.810.265	Rp3.417.573	Rp1.503.049.840
2	Rp1.503.963	Rp1.498.293.201	Rp1.591.636	Rp1.500.578.525	Rp1.854.658	Rp1.504.711.321	Rp2.030.005	Rp1.506.463.243
3	Rp9.667.446	Rp1.496.854.741	Rp10.407.678	Rp1.499.792.623	Rp12.628.372	Rp1.505.883.093	Rp14.108.835	Rp1.508.940.131
4	Rp-	Rp1.482.386.324	Rp-	Rp1.484.583.974	Rp517.899	Rp1.488.971.648	Rp1.491.308	Rp1.491.521.632
5	Rp9.710.983	Rp1.496.898.278	Rp10.374.217	Rp1.499.759.162	Rp12.363.918	Rp1.505.618.638	Rp13.690.386	Rp1.508.521.681
6	Rp2.973.890	Rp1.480.559.242	Rp3.940.050	Rp1.483.723.052	Rp6.838.528	Rp1.490.491.305	Rp8.770.847	Rp1.494.000.199
7	Rp13.524.806	Rp1.495.911.129	Rp14.463.818	Rp1.499.047.792	Rp17.806.612	Rp1.506.260.361	Rp20.035.141	Rp1.510.065.465
8	Rp11.500.564	Rp1.489.085.917	Rp12.330.487	Rp1.492.113.489	Rp14.820.254	Rp1.498.473.032	Rp16.480.099	Rp1.501.709.452
9	Rp16.749.740	Rp1.494.335.092	Rp18.190.018	Rp1.497.973.020	Rp22.515.151	Rp1.506.167.928	Rp25.515.174	Rp1.510.744.527
10	Rp-	Rp1.496.789.238	Rp-	Rp1.498.986.888	Rp-	Rp1.502.856.663	Rp-	Rp1.504.433.238
11	Rp7.790.776	Rp1.494.978.071	Rp8.229.950	Rp1.497.614.895	Rp9.547.471	Rp1.502.802.191	Rp10.425.818	Rp1.505.257.113
12	Rp16.132.323	Rp1.488.916.703	Rp17.623.036	Rp1.492.605.066	Rp22.095.175	Rp1.500.946.980	Rp25.076.601	Rp1.505.504.981
13	Rp2.366.650	Rp1.489.553.945	Rp2.463.856	Rp1.491.848.801	Rp2.755.474	Rp1.496.010.194	Rp2.949.886	Rp1.497.781.182
14	Rp59.330.702	Rp1.551.318.969	Rp59.645.457	Rp1.553.831.374	Rp60.589.723	Rp1.558.645.414	Rp61.219.233	Rp1.560.851.500
15	Rp-	Rp1.491.988.267	Rp-	Rp1.494.185.917	Rp-	Rp1.498.055.692	Rp-	Rp1.499.632.267
16	Rp35.814.772	Rp1.518.201.095	Rp37.348.852	Rp1.521.932.826	Rp41.951.093	Rp1.530.404.842	Rp45.019.254	Rp1.535.049.578
17	Rp17.920.881	Rp1.500.307.204	Rp18.824.847	Rp1.503.408.821	Rp21.536.747	Rp1.509.990.495	Rp23.344.680	Rp1.513.375.004
18	Rp5.992.303	Rp1.478.776.683	Rp6.349.178	Rp1.481.331.209	Rp8.164.189	Rp1.487.015.995	Rp9.513.305	Rp1.489.941.686
19	Rp-	Rp1.487.187.295	Rp-	Rp1.489.384.945	Rp645.384	Rp1.493.900.104	Rp1.149.631	Rp1.495.980.926
20	Rp-	Rp1.477.585.352	Rp-	Rp1.479.783.002	Rp-	Rp1.483.652.777	Rp-	Rp1.485.229.352
21	Rp25.458.065	Rp1.507.844.388	Rp26.663.936	Rp1.511.247.910	Rp30.281.551	Rp1.518.735.300	Rp32.736.878	Rp1.522.767.202
22	Rp1.467.820	Rp1.488.655.115	Rp2.078.812	Rp1.491.463.758	Rp3.911.789	Rp1.497.166.509	Rp5.133.773	Rp1.499.965.068
23	Rp10.973.204	Rp1.493.359.528	Rp11.980.129	Rp1.496.564.103	Rp15.000.906	Rp1.503.454.654	Rp17.014.756	Rp1.507.045.080
24	Rp13.357.274	Rp1.486.141.654	Rp15.143.982	Rp1.490.126.013	Rp20.504.108	Rp1.499.355.913	Rp24.077.524	Rp1.504.505.905
25	Rp4.779.193	Rp1.496.767.460	Rp5.182.039	Rp1.499.367.956	Rp6.390.578	Rp1.504.446.269	Rp7.196.270	Rp1.506.828.537
26	Rp14.421.025	Rp1.501.608.320	Rp15.290.182	Rp1.504.675.127	Rp17.897.653	Rp1.511.152.374	Rp19.635.968	Rp1.514.467.263
27	Rp5.130.768	Rp1.492.318.063	Rp5.799.946	Rp1.495.184.891	Rp7.807.480	Rp1.501.062.200	Rp9.145.835	Rp1.503.977.130

Replikasi	UB = 0,5%UC		UB = 0,75%UC		UB = 1,25%UC		UB = 1,5%UC	
	Shortage Cost	Total Cost						
28	Rp407.809	Rp1.497.197.047	Rp480.213	Rp1.499.467.102	Rp697.426	Rp1.503.554.089	Rp842.234	Rp1.505.275.472
29	Rp4.708.997	Rp1.482.294.349	Rp5.965.368	Rp1.485.748.370	Rp9.734.483	Rp1.493.387.260	Rp12.247.226	Rp1.497.476.578
30	Rp-	Rp1.496.789.238	Rp-	Rp1.498.986.888	Rp-	Rp1.502.856.663	Rp-	Rp1.504.433.238
31	Rp166.791.655	Rp1.644.377.007	Rp168.546.337	Rp1.648.329.339	Rp173.810.385	Rp1.657.463.162	Rp177.319.750	Rp1.662.549.102
32	Rp8.884.263	Rp1.491.270.586	Rp9.677.030	Rp1.494.261.003	Rp12.055.330	Rp1.500.509.079	Rp13.640.864	Rp1.503.671.188
33	Rp32.788.084	Rp1.505.572.465	Rp34.922.896	Rp1.509.904.927	Rp41.512.363	Rp1.520.364.169	Rp45.905.341	Rp1.526.333.721
34	Rp14.971.870	Rp1.502.159.165	Rp15.777.614	Rp1.505.162.560	Rp18.194.847	Rp1.511.449.567	Rp19.806.335	Rp1.514.637.630
35	Rp16.173.284	Rp1.498.559.608	Rp17.118.711	Rp1.501.702.685	Rp20.349.184	Rp1.508.802.932	Rp22.502.832	Rp1.512.533.155
36	Rp4.509.638	Rp1.486.895.962	Rp5.437.322	Rp1.490.021.296	Rp8.220.375	Rp1.496.674.124	Rp10.075.744	Rp1.500.106.067
37	Rp24.038.132	Rp1.511.225.427	Rp25.013.840	Rp1.514.398.785	Rp27.940.965	Rp1.521.195.685	Rp29.892.382	Rp1.524.723.677
38	Rp13.716.905	Rp1.500.904.200	Rp14.486.191	Rp1.503.871.136	Rp17.033.319	Rp1.510.288.039	Rp18.731.404	Rp1.513.562.699
39	Rp8.146.500	Rp1.495.333.795	Rp8.932.913	Rp1.498.317.858	Rp11.292.151	Rp1.504.546.872	Rp12.864.977	Rp1.507.696.272
40	Rp86.197.134	Rp1.539.777.629	Rp90.350.955	Rp1.546.129.100	Rp102.812.418	Rp1.562.460.338	Rp111.120.060	Rp1.572.344.555
41	Rp14.202.264	Rp1.482.185.673	Rp16.200.577	Rp1.486.381.636	Rp22.195.516	Rp1.496.246.351	Rp26.192.143	Rp1.501.819.552
42	Rp19.550.754	Rp1.492.335.134	Rp20.964.226	Rp1.495.946.256	Rp25.506.751	Rp1.504.358.556	Rp28.823.871	Rp1.509.252.252
43	Rp-	Rp1.477.585.352	Rp-	Rp1.479.783.002	Rp-	Rp1.483.652.777	Rp-	Rp1.485.229.352
44	Rp4.049.221	Rp1.496.037.488	Rp4.305.994	Rp1.498.491.910	Rp5.076.310	Rp1.503.132.002	Rp5.589.854	Rp1.505.222.121
45	Rp15.127.629	Rp1.492.712.981	Rp16.677.243	Rp1.496.460.245	Rp21.326.083	Rp1.504.978.861	Rp24.425.311	Rp1.509.654.663
46	Rp16.217.151	Rp1.503.404.447	Rp17.033.945	Rp1.506.418.890	Rp19.484.325	Rp1.512.739.045	Rp21.164.327	Rp1.515.995.622
47	Rp5.311.948	Rp1.497.300.214	Rp5.654.025	Rp1.499.839.942	Rp6.680.258	Rp1.504.735.950	Rp7.364.413	Rp1.506.996.680
48	Rp13.915.798	Rp1.491.501.150	Rp14.709.404	Rp1.494.492.406	Rp17.090.223	Rp1.500.743.000	Rp18.677.435	Rp1.503.906.787
49	Rp1.723.093	Rp1.493.711.360	Rp1.813.337	Rp1.495.999.254	Rp2.084.070	Rp1.500.139.762	Rp2.264.559	Rp1.501.896.825
50	Rp2.094.932	Rp1.498.884.170	Rp2.325.092	Rp1.501.311.980	Rp3.015.572	Rp1.505.872.235	Rp3.475.892	Rp1.507.909.130

Hasil Replikasi pada Uji Sensitivitas untuk Skenario Peningkatan Biaya Kapasitas Reservasi (1,75%, 2% dan 2,25% dari *Unit Cost*)

Replikasi	UB = 1,75%UC		UB = 2%UC		UB = 2,25%UC	
	<i>Shortage Cost</i>	<i>Total Cost</i>	<i>Shortage Cost</i>	<i>Total Cost</i>	<i>Shortage Cost</i>	<i>Total Cost</i>
1	Rp10.989.896	Rp1.509.666.662	Rp15.020.260	Rp1.511.117.177	Rp24.038.711	Rp1.511.775.003
2	Rp3.202.216	Rp1.506.679.954	Rp5.268.583	Rp1.506.166.471	Rp10.145.584	Rp1.502.682.847
3	Rp20.996.392	Rp1.514.872.187	Rp30.032.034	Rp1.521.327.979	Rp48.343.762	Rp1.531.279.082
4	Rp10.639.883	Rp1.499.714.707	Rp15.263.726	Rp1.501.758.700	Rp24.902.133	Rp1.503.036.482
5	Rp19.659.490	Rp1.513.535.285	Rp27.253.935	Rp1.518.549.880	Rp42.731.864	Rp1.525.667.185
6	Rp19.087.200	Rp1.503.361.052	Rp32.660.803	Rp1.514.354.805	Rp61.261.719	Rp1.534.595.096
7	Rp30.245.375	Rp1.519.320.198	Rp43.051.084	Rp1.529.546.058	Rp69.131.357	Rp1.547.265.706
8	Rp25.670.524	Rp1.509.944.376	Rp37.634.779	Rp1.519.328.781	Rp61.721.225	Rp1.535.054.602
9	Rp39.283.697	Rp1.523.557.549	Rp56.354.864	Rp1.538.048.866	Rp91.218.584	Rp1.564.551.962
10	Rp-	Rp1.503.477.738	Rp-	Rp1.500.897.888	Rp19.033	Rp1.492.556.297
11	Rp15.640.684	Rp1.509.516.479	Rp22.801.727	Rp1.514.097.672	Rp37.509.824	Rp1.520.445.144
12	Rp39.722.003	Rp1.519.194.884	Rp58.903.335	Rp1.535.796.365	Rp97.981.527	Rp1.566.513.933
13	Rp6.367.595	Rp1.500.243.390	Rp12.101.276	Rp1.503.397.221	Rp24.069.379	Rp1.507.004.700
14	Rp65.196.031	Rp1.563.872.798	Rp71.254.780	Rp1.567.351.696	Rp83.896.538	Rp1.571.632.830
15	Rp1.873.031	Rp1.500.549.798	Rp4.534.393	Rp1.500.631.310	Rp11.069.447	Rp1.498.805.738
16	Rp58.825.977	Rp1.547.900.801	Rp75.700.861	Rp1.562.195.834	Rp109.730.672	Rp1.587.865.020
17	Rp32.104.098	Rp1.521.178.921	Rp44.214.977	Rp1.530.709.950	Rp68.741.940	Rp1.546.876.289
18	Rp17.038.612	Rp1.496.511.493	Rp26.236.210	Rp1.503.129.240	Rp44.687.265	Rp1.513.219.671
19	Rp4.374.243	Rp1.498.250.038	Rp9.887.271	Rp1.501.183.216	Rp21.260.899	Rp1.504.196.220
20	Rp2.040.914	Rp1.486.314.766	Rp5.405.883	Rp1.487.099.886	Rp12.402.373	Rp1.485.735.750
21	Rp44.111.578	Rp1.533.186.402	Rp58.013.989	Rp1.544.508.963	Rp86.666.670	Rp1.564.801.019
22	Rp10.632.702	Rp1.504.508.498	Rp17.353.616	Rp1.508.649.561	Rp31.360.001	Rp1.514.295.321
23	Rp26.097.750	Rp1.515.172.573	Rp37.676.188	Rp1.524.171.162	Rp60.833.064	Rp1.538.967.413
24	Rp40.157.901	Rp1.519.630.781	Rp60.034.757	Rp1.536.927.788	Rp100.183.122	Rp1.568.715.527
25	Rp11.236.355	Rp1.509.913.121	Rp16.273.102	Rp1.512.370.019	Rp26.359.255	Rp1.514.095.547
26	Rp27.458.382	Rp1.521.334.178	Rp37.019.111	Rp1.528.315.057	Rp57.124.148	Rp1.540.059.468
27	Rp15.168.436	Rp1.509.044.231	Rp22.529.392	Rp1.513.825.338	Rp37.251.305	Rp1.520.186.625

Replikasi	UB = 1,75%UC		UB = 2%UC		UB = 2,25%UC	
	<i>Shortage Cost</i>	<i>Total Cost</i>	<i>Shortage Cost</i>	<i>Total Cost</i>	<i>Shortage Cost</i>	<i>Total Cost</i>
28	Rp1.493.871	Rp1.504.971.610	Rp2.290.317	Rp1.503.188.205	Rp3.883.208	Rp1.496.420.471
29	Rp23.602.690	Rp1.507.876.542	Rp38.093.216	Rp1.519.787.218	Rp67.830.001	Rp1.541.163.378
30	Rp472.384	Rp1.503.950.122	Rp1.734.804	Rp1.502.632.692	Rp4.767.222	Rp1.497.304.485
31	Rp193.111.892	Rp1.677.385.744	Rp212.672.769	Rp1.694.366.771	Rp252.139.096	Rp1.725.472.474
32	Rp22.664.672	Rp1.511.739.495	Rp34.338.870	Rp1.520.833.843	Rp58.387.640	Rp1.536.521.989
33	Rp66.796.043	Rp1.546.268.924	Rp93.253.585	Rp1.570.146.616	Rp146.910.326	Rp1.615.442.732
34	Rp27.058.032	Rp1.520.933.827	Rp35.921.218	Rp1.527.217.163	Rp53.665.293	Rp1.536.600.613
35	Rp32.194.248	Rp1.521.269.072	Rp44.239.117	Rp1.530.734.091	Rp68.777.215	Rp1.546.911.564
36	Rp18.424.902	Rp1.507.499.726	Rp28.897.503	Rp1.515.392.477	Rp50.282.799	Rp1.528.417.148
37	Rp38.673.757	Rp1.532.549.552	Rp49.406.550	Rp1.540.702.495	Rp71.487.187	Rp1.554.422.507
38	Rp26.372.788	Rp1.520.248.583	Rp35.942.995	Rp1.527.238.940	Rp56.383.911	Rp1.539.319.231
39	Rp19.942.693	Rp1.513.818.488	Rp29.179.926	Rp1.520.475.871	Rp48.447.142	Rp1.531.382.462
40	Rp148.556.207	Rp1.608.825.202	Rp195.231.839	Rp1.652.920.984	Rp289.528.833	Rp1.738.857.353
41	Rp44.176.961	Rp1.518.848.871	Rp66.158.406	Rp1.538.250.465	Rp110.466.531	Rp1.574.197.965
42	Rp44.007.799	Rp1.523.480.680	Rp63.661.285	Rp1.540.554.315	Rp103.194.708	Rp1.571.727.113
43	Rp3.259.807	Rp1.487.533.659	Rp10.415.638	Rp1.492.109.640	Rp25.005.110	Rp1.498.338.487
44	Rp7.955.479	Rp1.506.632.246	Rp11.292.733	Rp1.507.389.649	Rp18.326.564	Rp1.506.062.855
45	Rp38.513.404	Rp1.522.787.256	Rp56.097.022	Rp1.537.791.025	Rp91.313.816	Rp1.564.647.193
46	Rp29.037.895	Rp1.522.913.690	Rp38.661.145	Rp1.529.957.090	Rp58.110.859	Rp1.541.046.180
47	Rp10.443.111	Rp1.509.119.878	Rp14.205.964	Rp1.510.302.881	Rp21.744.117	Rp1.509.480.409
48	Rp29.150.423	Rp1.513.424.276	Rp43.234.850	Rp1.524.928.852	Rp71.413.383	Rp1.544.746.760
49	Rp4.964.285	Rp1.503.641.051	Rp8.941.076	Rp1.505.037.993	Rp17.510.133	Rp1.505.246.424
50	Rp5.575.392	Rp1.509.053.130	Rp8.611.732	Rp1.509.509.620	Rp14.822.908	Rp1.507.360.171

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya, 25 Februari 2002 dengan nama lengkap Salsabilah Putri Amalia.. Penulis merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Perjalanan pendidikan formal penulis dimulai dari TK Panca Manunggal Surabaya pada tahun 2006 hingga 2008. Penulis melanjutkan pendidikan di SDN Krembangan Utara II/57 mulai tahun 2008 hingga 2014. Selanjutnya penulis masuk ke SMP Negeri 2 Surabaya pada tahun 2014 hingga 2017. Kemudian penulis mengenyam pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 6 Surabaya dan lulus pada tahun 2020. Penulis melanjutkan pendidikan pada jenjang berikutnya dengan mengikuti SBMPTN dan diterima pada tahun 2020 serta terdaftar dengan NRP 5010201167. Pada tahun 2024, penulis berhasil menyelesaikan pendidikan sarjana di Departemen Teknik Sistem dan Industri,

Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Dalam menempuh masa studi sarjananya, penulis merupakan salah satu mahasiswa aktif baik dalam bidang akademik maupun non-akademik. Penulis aktif dalam berbagai kegiatan organisasi, meliputi menjadi Staff Sosial Masyarakat di Bidikmisi ITS (BIMITS) pada tahun 2021, menjadi Kepala Departemen Sosial Masyarakat di Himpunan Mahasiswa Teknik Industri (HMTI) ITS pada kepengurusan 2022/2023, dan menjadi *Director of Competency Development* pada *Student Chapter Society of Manufacturing Engineers* (SME) ITS pada tahun 2023-2024. Selain aktif dalam organisasi, kegiatan mahasiswa dan kejuaraan, penulis juga aktif dalam bidang akademik dengan berkesempatan menjadi Asisten *Outsource* untuk Laboratorium Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja (EPSK) untuk mata kuliah Perancangan dan Pengembangan Produk (P3). Selama menjadi asisten, penulis berkesempatan pula untuk menjadi *Assistant Project Officer* dalam acara Bazaar of Innovation (BINNOVA) 2024. Penulis juga berpartisipasi dalam kegiatan sosial yaitu program KKN Sertifikasi Halal ITS dan lolos seleksi menjadi pendamping halal sehingga dapat membantu UMKM di daerah Surabaya dan sekitarnya untuk memperoleh sertifikasi halal MUI pada produk-produk yang dijual. Selain itu, penulis juga memiliki pengalaman di dunia kerja melalui program kerja praktik di PT PLN Nusantara Power UMRO dengan posisi *Performance and Quality Control*. Dan berkesempatan mengikuti program MBKM dengan magang di PT INKA Multi Solusi dengan posisi Logistik selama 4 bulan. Untuk informasi lebih lanjut terkait penelitian tugas akhir ini, penulis dapat dihubungi melalui email salsabilahputri92@gmail.com atau melalui LinkedIn <https://www.linkedin.com/in/salsabilah-putri-amalia-4056b4208/>