

# Penentuan Strategi Diversifikasi Pemasok dengan Mempertimbangkan *Supplier Reliability* Menggunakan Metode Simulasi Monte Carlo (Studi Kasus : Industri Alat Kesehatan)

Salsabilah Putri Amalia dan Rizki Revianto Putera

Departemen Teknik Sistem dan Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: revianto@its.ac.id

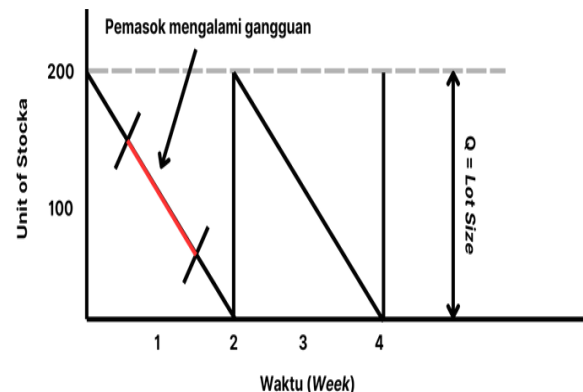
**Abstrak**—Pengelolaan rantai pasok yang optimal membutuhkan strategi pengadaan yang efektif untuk mengatasi ketidakpastian pasokan. Pengadaan yang tidak efektif dapat menyebabkan hambatan dalam aliran barang dan material di sepanjang rantai pasok. Masalah ini sering timbul akibat gangguan seperti ketidakmampuan pemasok untuk memenuhi pesanan, masalah transportasi, dan bencana alam. Perusahaan yang bergantung pada satu pemasok utama untuk memenuhi kebutuhan bahan bakunya sering menghadapi risiko tinggi, seperti kekurangan stok yang menyebabkan hilangnya penjualan dan peningkatan biaya akibat pembelian dari pemasok alternatif dengan harga lebih mahal. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menentukan strategi diversifikasi pemasok yang optimal dengan mempertimbangkan keandalan pemasok. Strategi diversifikasi pemasok yang akan dibandingkan adalah *single supplier* dan *backup supplier*. 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  $\lambda$  pada MTBF dan peningkatan nilai  $\lambda$  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 MTBF. MTTR dengan penurunan  $\lambda$  sebesar 25% dapat mengubah keputusan perusahaan untuk memilih strategi *single supplier*. Hal tersebut selaras dengan analisis sensitivitas yang menunjukkan bahwa *Mean Time Before 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.

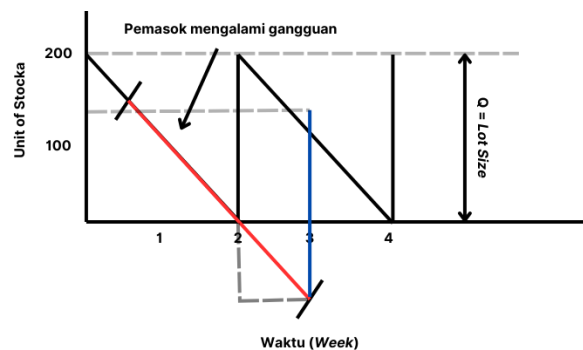
## I. PENDAHULUAN

PENGADAAN merupakan salah satu aspek penting dalam manajemen rantai pasok yang efektif, bertujuan untuk mengatasi ketidakpastian pasokan dan permintaan. Proses pengadaan melibatkan berbagai aktivitas, mulai dari pemenuhan kebutuhan material dan layanan hingga menjamin ketersediaan stok pada level yang sesuai. Efisiensi dalam pengadaan menjadi krusial mengingat tanggung jawabnya dalam menjembatani departemen terkait, menegosiasikan harga dan kondisi yang menguntungkan, serta memastikan kualitas dan ketepatan waktu pengiriman bahan baku [1].

Proses pengadaan tidak hanya penting dalam menjaga



Gambar 1. Kondisi pertama pemasok mengalami gangguan.



Gambar 2. Kondisi kedua pemasok mengalami gangguan.

aliran material antara pemasok dan konsumen, tetapi juga berperan signifikan dalam biaya operasional perusahaan. Studi menunjukkan bahwa sekitar 60% biaya operasional perusahaan dihabiskan untuk pembelian bahan baku [1]. Oleh karena itu, strategi pengadaan yang tepat sangat dibutuhkan untuk mengoptimalkan jumlah bahan baku yang tersedia dan meminimalkan risiko gangguan pasokan.

Strategi pengadaan yang efektif dapat meningkatkan prospek kerja sama jangka panjang dengan pemasok, memastikan kualitas bahan baku, dan mengurangi waktu pengiriman. Namun, realisasi strategi tersebut tidak mudah, karena berbagai gangguan dapat terjadi dalam proses pengadaan. Gangguan tersebut 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 [2]. Gangguan pada bagian

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

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

Tabel 2.  
Perbandingan Komponen Biaya Persediaan untuk Strategi Diversifikasi Pemasok

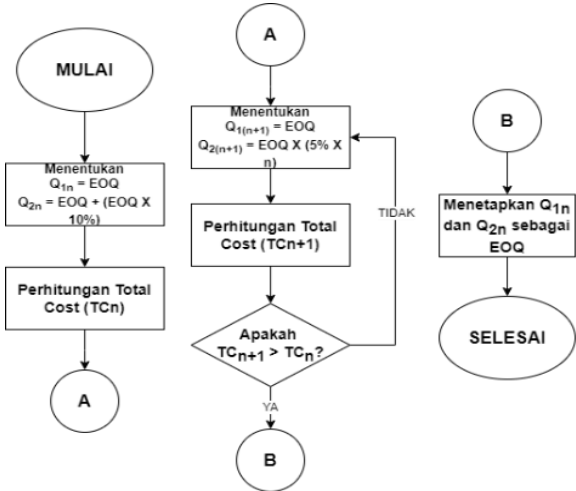
| Strategi Diversifikasi Pemasok | Single Supplier  | Backup Supplier  |
|--------------------------------|------------------|------------------|
| Unit Cost                      | Rp 1.271.262.600 |                  |
| Reorder Cost                   | Rp 3.384.391     |                  |
| Holding Cost                   | Rp 204.881.752   |                  |
| Shortage Cost                  | Rp 61.974.730    | Rp 18.494.312    |
| Total Biaya Persediaan         | Rp 1.541.503.473 | Rp 1.506.622.555 |

Tabel 3.  
Tingkat Keandalan Pemasok Utama

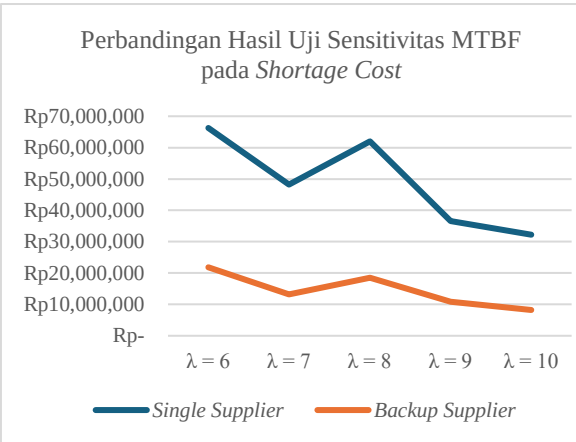
|                                                           |                       |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------|
| Total Order                                               | 46 kali dalam setahun |
| Rata-Rata Frekuensi Pemasok Breakdown   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

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 [3]. Gangguan pasokan ini dipengaruhi oleh tingkat keandalan yang dimiliki oleh pemasok, dimana untuk pemasok yang sering mengalami gangguan memiliki tingkat keandalan yang rendah, begitu pun sebaliknya [4].

Salah satu contoh nyata dari terjadinya gangguan pasokan terjadi pada PT X sebagai perusahaan alat kesehatan yang berlokasi di Kota Surabaya. Produk yang dijual oleh PT X memiliki urgensi yang cukup tinggi dan dengan pemakaian yang secara berulang sehingga PT X harus tanggap terhadap kebutuhan dari konsumennya. Akan tetapi, proses pengadaan yang dilakukan oleh PT X masih bergantung hanya pada satu pemasok utama dan belum mempertimbangkan aspek keandalan dari pemasoknya sehingga sering kali terjadi gangguan pasokan. Gangguan pasokan yang sering dialami



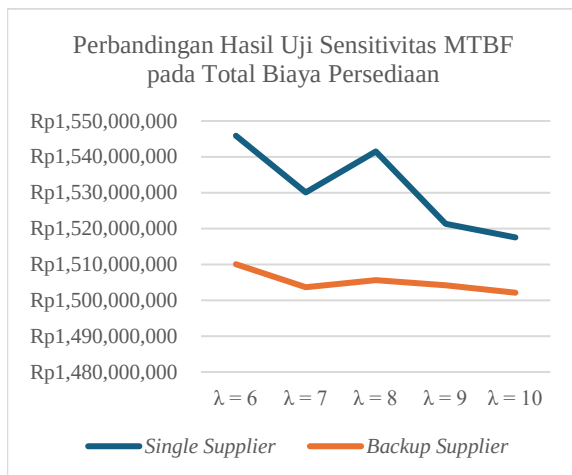
Gambar 3. Penentuan EOQ untuk backup supplier.



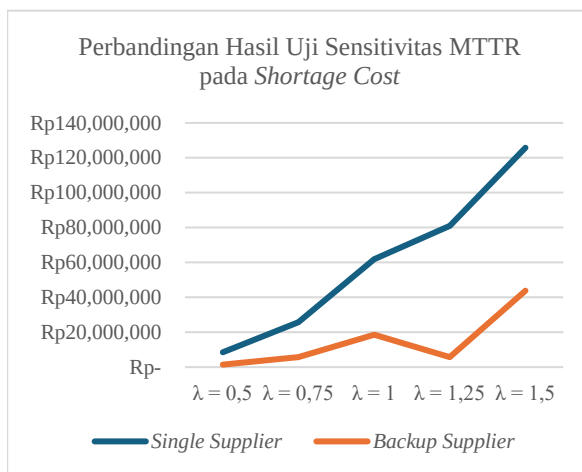
Gambar 4. Grafik perbandingan shortage cost untuk strategi diversifikasi pemasok pada uji sensitivitas mtbf.

PT X terkait availabilitas dari pemasok sebesar 45% dan keterlambatan pengiriman sebesar 30%. Kedua gangguan pasokan tersebut mempengaruhi operasional PT X, dimana 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 terjadi keterlambatan dalam pengiriman dan pembayaran denda kepada konsumen dan peningkatan biaya untuk pembelian bahan baku pada pemasok lain. Gangguan pasokan tersebut memiliki dampak yang cukup signifikan terhadap proses bisnis yang dialami PT X. Permasalahan tersebut juga dapat terjadi pada perusahaan-perusahaan lain yang memiliki proses pengadaan bahan baku masih bergantung pada satu pemasok utama dengan keandalan pemasok yang rendah.

Untuk dapat memitigasi berbagai dampak yang terjadi akibat gangguan pasokan, strategi diversifikasi pemasok menjadi pendekatan yang efektif. Strategi diversifikasi pemasok adalah proses penggunaan beberapa pemasok yang berbeda untuk memenuhi kebutuhan bahan baku suatu perusahaan. Penentuan strategi diversifikasi yang tepat akan mempengaruhi proses bisnis dari perusahaan. 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



Gambar 5. Grafik perbandingan total biaya persediaan untuk strategi diversifikasi pemasok pada uji sensitivitas MTBF.



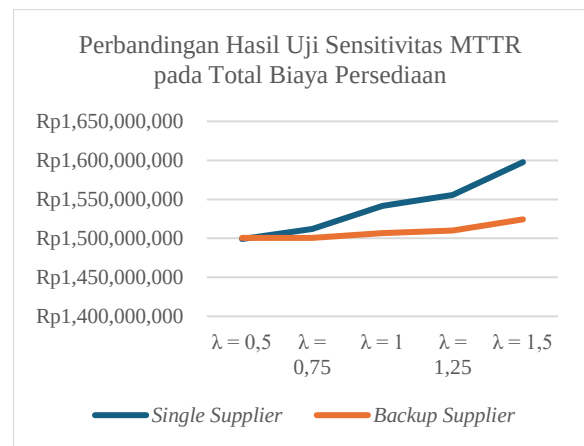
Gambar 6. Grafik perbandingan shortage cost untuk strategi diversifikasi pemasok pada uji sensitivitas MTTR.

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 [3]. Penelitian ini akan menggunakan metode Simulasi *Monte Carlo*. Menggunakan metode ini perilaku sistem akan disimulasikan dengan menghasilkan variabel secara acak yang dapat menggambarkan perilaku komponennya [5]. Simulasi ini digunakan untuk memprediksi biaya persediaan yang akan ditimbulkan berdasarkan variabel-variabel yang telah ditentukan, mulai dari waktu *breakdown* dan pulih pemasok, komponen biaya dan lain sebagainya.

## II. URAIAN PENELITIAN

### A. Pengumpulan Data

Pada tahap awal, dilakukan pengumpulan data dengan menggunakan data historis dari perusahaan untuk merepresentasikan kondisi nyata di industri. Data historis yang dikumpulkan terkait data historis pengadaan bahan baku kasa. Data lain yang didapatkan mengenai data pemasok, di antaranya daftar pemasok bahan baku kasa yang digunakan perusahaan dan harga dari bahan baku kasa per *roll* dari



Gambar 7. Grafik perbandingan total biaya persediaan untuk strategi diversifikasi pemasok pada uji sensitivitas MTTR.



Gambar 8. Grafik perbandingan *shortage cost* pada uji sensitivitas biaya kapasitas reservasi.

masing-masing pemasok.

### B. Identifikasi Total Biaya

Total biaya ini menjadi parameter dalam Simulasi *Monte Carlo*. Komponen total biaya terdiri dari biaya persediaan, biaya penalti akibat kegagalan dalam memenuhi *demand* dan biaya kapasitas reservasi untuk pemasok alternatif. 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 1. 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 2.

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

#### 1) Single supplier untuk kondisi pertama

$$TC = (UC \times D) + \frac{(RC \times D)}{Q} + \frac{(HC \times Q \times I \times M)}{2} \quad (1)$$



Gambar 8. Grafik perbandingan total biaya persediaan pada uji sensitivitas biaya kapasitas reservasi.

## 2) Single supplier untuk kondisi kedua

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

## 3) Backup supplier untuk kondisi pertama dan kondisi kedua

$$TC = (UC \times D) + \frac{(RC \times D)}{Q} + \left( \frac{(HC \times Q \times I \times M)}{2} \right) + (QB \times UB \times C) \quad (3)$$

## 4) Backup supplier untuk kondisi kedua dengan kriteria dimana kapasitas reservasi tetap tidak dapat memenuhi demand

$$TC = (UC \times D) + \frac{(RC \times D)}{Q} + \frac{(HC \times Q \times I \times M)}{2} + (QB \times UB \times C) + \frac{(P \times (S - QB) \times T)}{2} \quad (4)$$

Berdasarkan rumus matematis di atas, berikut merupakan keterangan notasi yang digunakan dalam persamaan yang terlampir pada tabel 1.

## C. Perhitungan Economic Order Quantity (EOQ)

Pada tahap ini *Economic Order Quantity* (EOQ) diperhitungkan untuk setiap skenario strategi diversifikasi pemasok. Untuk *single supplier* menggunakan pendekatan *continuous review*. Sedangkan, *backup supplier* menggunakan metode iterasi dengan EOQ *single supplier* sebagai dasar pertambahan kapasitas reservasi dan *total cost* sebagai acuan. Apabila selama perhitungan *total cost* mengalami kenaikan maka perhitungan akan dicukupkan dan total kapasitas reservasi akan ditetapkan pada jumlah sebelum *total cost* mengalami kenaikan. Penentuan kapasitas reservasi berdasarkan pada EOQ *single supplier* dapat dilihat pada Gambar 3.

## D. Pembuatan Random Number Variable

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. Distribusi yang digunakan untuk MTBF dan MTTR diasumsikan berdistribusi eksponensial karena dalam *random number* tersebut menggambarkan lama waktu antar kejadian.

## E. Simulasi Monte Carlo

Simulasi *Monte Carlo* akan dilakukan untuk menyimulasikan proses pengadaan bahan baku, dimana simulasi akan mempertimbangkan keandalan pemasok dari masing-masing strategi diversifikasi pemasok. 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.

## F. 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.

# III. HASIL DAN PEMBAHASAN

## A. Analisis Perbandingan Total Biaya Persediaan Single dan Backup Supplier

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 2.

Berdasarkan tabel 2 di atas, dapat diketahui bahwa kedua strategi tersebut memiliki hasil komponen biaya yang sama untuk *unit cost*, *reorder cost* dan *holding cost*. Perbedaan komponen biaya hanya terdapat pada *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* mencapai Rp 61.974.730, sedangkan untuk *backup supplier* hanya Rp 19.335.937, menunjukkan penghematan sebesar Rp 42.638.793,-. Dengan adanya *backup supplier* risiko dan biaya kerugian yang dialami oleh perusahaan dapat diminimalisir. *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 dilakukan oleh perusahaan terhadap pemasok alternatif. Oleh sebab itu, jumlah kapasitas reservasi perlu dipertimbangkan oleh 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.

Total biaya persediaan antara *single* dan *backup supplier* memiliki perbedaan yang cukup signifikan akibat adanya perbedaan komponen biaya di dalamnya. Untuk *backup*

*supplier* harus memperhitungkan biaya kapasitas reservasi yang ditanggung perusahaan untuk dapat terus memenuhi kebutuhan konsumen selama pemasok utama mengalami gangguan. Total biaya persediaan untuk *single supplier* adalah Rp 1.541.503.473, sementara *backup supplier* adalah Rp 1.507.273.080, dengan selisih sebesar Rp 34.230.393,-. Perbedaan biaya tersebut berbeda dengan perbedaan *shortage cost* karena terdapat biaya kapasitas reservasi yang harus ditanggung. 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 biaya kapasitas reservasi. Dalam penelitian ini, *backup supplier* terbukti lebih ekonomis dalam kondisi pemasok utama yang sering mengalami gangguan karena mengurangi *shortage cost* hingga 70%. Namun, jika pemasok utama memiliki keandalan tinggi, *single supplier* lebih menguntungkan karena menghindari biaya kapasitas reservasi yang tidak digunakan.

### B. Analisis Tingkat Keandalan Pemasok

Tingkat reliabilitas pemasok 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.

Berdasarkan tabel 3, 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%. Meskipun persentase tersebut terlihat kecil, dampaknya signifikan terhadap *shortage cost* yang harus ditanggung perusahaan untuk kondisi pemulihan dari gangguan terjadi cukup lama. Hasil simulasi menunjukkan 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 *shortage cost* masih diperhitungkan.

Rata-rata pemasok mengalami gangguan dibagi menjadi dua berdasarkan waktu pemulihannya, di antaranya pemulihan terjadi di *week* yang sama dengan *week* pemasok mengalami *breakdown* sehingga tidak mengganggu waktu order dari perusahaan dan pemulihan yang terjadi di *week* yang berbeda dengan *week* pemasok mengalami *breakdown* yang mengganggu waktu order sehingga *shortage cost* harus ditanggung oleh perusahaan. 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%. 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. Tingkat keandalan pemasok tersebut mempengaruhi strategi diversifikasi pemasok yang dipilih oleh perusahaan, untuk keandalan yang rendah *single supplier* bukan pilihan yang tepat untuk diterapkan karena meningkatkan *shortage cost* dan risiko lainnya bagi perusahaan.

### C. 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 dengan kondisi eksisting lambda sebesar 8. Peningkatan lambda yang dilakukan menjadi 9 dan 10, sedangkan penurunannya menjadi 6 dan 7. Hasil dari 4 skenario tersebut dapat digambarkan dengan grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4 untuk melihat pengaruh perubahan MTBF terhadap *shortage cost* untuk kedua strategi diversifikasi pemasok.

Berdasarkan Gambar 4, dapat dilihat bahwa peningkatan dan penurunan dari lambda pada MTBF mempengaruhi *shortage cost*. *Shortage cost* terbesar terjadi pada lambda 6 dan menurun dengan seiring bertambahnya nilai lambda untuk MTBF. Hal tersebut disebabkan semakin besar nilai lambda, maka frekuensi pemasok mengalami kegagalan pada periode waktu order juga semakin menurun. Kecenderungan tersebut berlaku untuk kedua strategi dengan perbedaan diantara keduanya terjadi pada besarnya *shortage cost* yang harus ditanggung, dimana *shortage cost backup supplier* lebih rendah dibandingkan dengan *single supplier*. 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.

Hasil uji sensitivitas pada MTBF juga dilakukan untuk total biaya persediaan dengan 4 skenario yang berbeda. Hasil tersebut dapat dilihat melalui grafik pada Gambar 5.

Perbandingan untuk total biaya persediaan pada model *single supplier* cenderung memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan *backup supplier*. Perbedaan signifikan terlihat pada lambda 6, dengan total biaya persediaan sebesar Rp 1.545.885.759 untuk *single supplier* dan Rp 1.510.755.818 untuk *backup supplier*, dengan selisih keduanya sebesar Rp 35.129.941,-. Untuk hasil dari setiap skenario pada total biaya persediaan terlihat bahwa semakin meningkat nilai lambda, maka total biaya persediaan mengalami penurunan. Dari hasil uji sensitivitas tersebut menunjukkan bahwa total biaya persediaan kurang sensitif terhadap perubahan lambda pada MTBF, akan tetapi perubahan lambda tetap mempengaruhi perubahan pada total



biaya persediaan. 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.

#### D. Analisis Sensitivitas Berdasarkan Variabel Mean Time To Restore (MTTR)

Analisis sensitivitas pada variabel MTTR untuk melihat pengaruh variabel tersebut terhadap variabel-variabel lainnya. Uji sensitivitas yang dilakukan menggunakan 4 skenario yang berbeda, yaitu 0,5; 0,75; 1,25 dan 1,5. Lambda tersebut merepresentasikan nilai penurunan dan peningkatan dari lambda pada kondisi eksisting sebesar 1. Berikut merupakan hasil dari uji sensitivitas pada MTTR dengan variabel yang dipengaruhi adalah *shortage cost* untuk dua strategi diversifikasi pemasok yang dapat dilihat pada Gambar 6.

Pada *shortage cost* untuk hasil dari uji sensitivitas pada MTTR, didapatkan bahwa perubahan nilai MTTR mempengaruhi nilai dari *shortage cost* untuk *single* maupun *backup supplier*. Untuk kedua strategi, *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. Perbedaan di antara dua model tersebut berada pada besarnya *shortage cost* yang harus ditanggung, dimana untuk *shortage cost* pada *single supplier* lebih tinggi dibandingkan dengan *backup supplier*. Hal tersebut 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 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* juga meningkat. Hasil uji sensitivitas pada *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 1. Perubahan yang signifikan tersebut juga mempengaruhi keputusan yang akan diambil oleh perusahaan dalam penentuan strategi pengadaan.

Hasil uji sensitivitas pada MTTR juga dilakukan untuk total biaya persediaan dengan 4 skenario yang berbeda. Hasil tersebut dapat dilihat melalui grafik pada Gambar 7.

Pada Gambar 7, 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 0,5. Pada lambda tersebut total biaya persediaan *single supplier* lebih besar 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.

#### E. Analisis Sensitivitas Berdasarkan Variabel Biaya Kapasitas Reservasi

Analisis sensitivitas pada biaya kapasitas reservasi dilakukan untuk mengetahui variabel yang akan terpengaruh akibat perubahan pada biaya kapasitas reservasi. Biaya kapasitas reservasi merupakan biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan secara rutin setiap waktunya untuk membayar kapasitas yang dipesan kepada pemasok alternatif, kapasitas tersebut akan digunakan jika pemasok utama mengalami kegagalan. Dalam uji sensitivitas ini akan terdapat 7 skenario, di antaranya variabel akan diturunkan dari nilai kondisi eksisting 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. Berikut merupakan hasil uji sensitivitas pada biaya kapasitas reservasi terhadap *shortage cost* yang digambarkan melalui grafik pada Gambar 8.

Pada Gambar 8, terlihat bahwa variabel biaya kapasitas reservasi mempengaruhi *shortage cost* dari model *backup supplier* dan sensitif terhadap perubahan. 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 *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 itu, pada Gambar 8 menunjukkan 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, begitupun sebaliknya.

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 terhadap total biaya persediaan dapat dilihat melalui grafik pada Gambar 9.

Gambar 9 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 2,25% dari *unit cost*. Pada kondisi tersebut total biaya persediaan *single supplier* lebih rendah dibandingkan skenario 2,25% tersebut. 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 *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.

#### IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Strategi diversifikasi pemasok adalah salah satu keputusan strategis yang harus dipertimbangkan oleh perusahaan untuk dapat mengurangi berbagai risiko yang terjadi akibat kegagalan yang dialami oleh pemasok. Penelitian ini

membandingkan strategi dua strategi diversifikasi pemasok, di antaranya *single supplier* dan *backup supplier* dengan mempertimbangkan keandalan pemasok. Hasil menunjukkan bahwa untuk 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 dengan peningkatan  $\lambda$  hingga 50% dari kondisi eksisting, strategi *backup supplier* dapat dipilih dengan total biaya persediaan yang dapat diminimalkan hingga 4,59%. Namun, pada strategi *backup supplier*, penentuan jumlah kapasitas yang harus dipesan perlu dipertimbangkan. Selain itu, biaya kapasitas reservasi juga mempengaruhi dalam penentuan keputusan, dimana peningkatan biaya kapasitas reservasi sebesar 125% dari kondisi eksisting atau sebesar 2,25% dari *unit cost* dapat mengubah keputusan perusahaan untuk tetap memilih strategi *single supplier* dibandingkan *backup supplier*.

Dalam penelitian ini masih memiliki berbagai keterbatasan sehingga penelitian selanjutnya dapat menyempurnakannya dengan hasil penelitian dari beberapa arah. Pertama, penelitian akan merepresentasikan kondisi yang ada di industri dengan mempertimbangkan *lead time* dan ketidakpastian *demand*. Kedua, penelitian selanjutnya dapat menambahkan strategi diversifikasi lainnya, seperti *multiple suppliers*, *spot market* dan lain sebagainya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Waters, *Inventory Control and Management*, 2nd ed. The Atrium, Southern Gate, Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2003.
- [2] T. Chakraborty, S. S. Chauhan, and M. Ouhimmou, "Mitigating supply disruption with a backup supplier under uncertain demand: competition vs. cooperation," *Int J Prod Res*, vol. 58, no. 12, pp. 3618–3649, 2019, doi: 10.1080/00207543.2019.1633025.
- [3] J. Chen, X. Zhao, and Y. Zhou, "A periodic-review inventory system with a capacitated backup supplier for mitigating supply disruptions," *Eur J Oper Res*, vol. 219, no. 2, pp. 312–323, 2012, doi: 10.1016/j.ejor.2011.12.031.
- [4] S. V. and M. A. S. Walton, "The relationship between EDI and supplier reliability," *International Journal of Purchasing and Materials Management*, vol. 33, no. 2, pp. 30–35, 1997.
- [5] C. Lemieux, *Monte Carlo and Quasi-Monte Carlo Sampling*. Springer: New York, 2009. doi: 10.1007/978-0-387-78165-5.