

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas metodologi yang digunakan untuk menyelesaikan masalah persediaan yang diawali dengan mendeskripsikan masalah, menjelaskan tahapan penelitian, membangun model optimisasi dan *goal programming*, menjelaskan penyelesaian model serta mendeskripsikan contoh masalah persediaan dan penyelesaiannya menggunakan gabungan metode *Economic Production Quantity (EPQ) Multi-items* dan *Goal Programming*.

3.1 Deskripsi Masalah

Misalkan diketahui perusahaan A melakukan kegiatan produksi dan penjualan untuk suatu produk yang banyaknya n jenis produk, dengan R_i permintaan per tahun dan r_i permintaan per hari serta diasumsikan bahwa tingkat produksi lebih besar dari permintaan. Selanjutnya, produk diproduksi dalam kecepatan konstan p_i dengan biaya bahan baku yang dikeluarkan sebesar B_i . Pada proses produksi diketahui juga bahwa tidak ada produk yang cacat dan tidak terjadi *back order* yaitu kondisi di mana produk yang dipesan tidak atau belum dapat disediakan oleh perusahaan. Setelah proses produksi dilakukan, produk yang dihasilkan kemudian masuk ke persediaan yang disimpan dengan biaya penyimpanan (*holding cost*) per tahun sebesar H_i dan biaya pemasangan (*set-up cost*) per produksi sebesar C_i . Produksi yang dilakukan harus dapat memenuhi permintaan. Namun seringkali perusahaan hanya memproduksi berdasarkan pengalaman masa lalu saja. Untuk itu, perusahaan harus dapat mengatur persediaan dan mengoptimalkan produksi, karena jika persediaan dilakukan dalam jumlah yang terlalu besar *over stock* maka akan menyebabkan kerugian. Begitupun sebaliknya bila persediaan terlalu kecil akan mengakibatkan penekanan pada keuntungan.

Tujuan dari penyelesaian masalah ini adalah untuk meminimalkan total biaya persediaan juga secara bersamaan memaksimalkan keuntungan. Dalam usaha mencapai tujuan tersebut, diperlukan suatu metode penyelesaian yang tepat agar

mencapai solusi optimal. Dalam penelitian ini, masalah persediaan akan diselesaikan dengan menggunakan gabungan metode *Economic Production Quantity (EPQ) Multi-items* dan *Goal Programming*. Penggunaan metode *Economic Production Quantity (EPQ) Multi-items* dapat digunakan untuk menentukan jumlah produksi optimal dan total biaya persediaan optimal, serta *Goal Programming* dapat digunakan untuk menentukan produk optimal agar mendapatkan keuntungan maksimal.

3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Studi Pustaka

Pada tahap ini, penelitian dilakukan menggunakan metode studi pustaka dengan cara mempelajari dan mengutip konsep atau teori-teori mengenai masalah persediaan, model *Economic Production Quantity (EPQ) Multi-items* dan *Goal Programming*, serta bersumber dari berbagai literatur baik jurnal, buku, dan karya tulis lainnya.

2. Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data yang diperoleh dari salah satu Koperasi Peternak Sapi di Kabupaten Bandung Barat. Data tersebut diantaranya adalah data hari kerja, data permintaan, data kecepatan produksi, data biaya produksi, data biaya penyimpanan, data biaya pemasangan, dan data biaya bahan baku.

3. Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan proses mengumpulkan data penelitian dan mengubahnya menjadi informasi. Data yang diperoleh akan diolah dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

- a. Membangun formulasi *Economic Production Quantity (EPQ) Multi-items*.
- b. Menghitung siklus produksi optimal dalam setahun (n^*).
- c. Menghitung jumlah produksi optimal dalam setahun (Q^*).
- d. Menghitung total biaya persediaan optimal (TC^*).

- e. Membentuk model *Goal Programming*.
 - f. Menetapkan variabel keputusan.
 - g. Menetapkan kendala-kendala masalah.
 - h. Membentuk fungsi tujuan *Goal Programming*.
4. Validasi
- Pada tahap ini, model dan penyelesaian masalah persediaan akan divalidasi dengan membandingkan solusi dari kasus yang sudah diketahui solusinya. Jika solusi yang dilakukan pada penelitian menunjukkan hasil yang sesuai artinya sudah dapat diimplementasikan. Tetapi jika sebaliknya maka perlu dilakukan pengulangan dari tahap pembangunan model. Solusi dapat dikatakan valid jika tidak melanggar asumsi dan batasan yang ada.
5. Analisis Hasil
- Pada tahap ini, akan dilakukan analisis dan pemeriksaan terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya. Hal ini bertujuan untuk melihat apakah solusi yang diperoleh merupakan solusi optimal.
6. Penarikan Kesimpulan
- Penarikan kesimpulan merupakan tahap akhir penelitian yang berisi jawaban atas masalah yang telah dirumuskan sebelumnya.

3.3 Model Optimisasi

Model persediaan yang dibahas dalam penelitian ini akan diselesaikan dengan menggunakan gabungan metode *Economic Production Quantity (EPQ) Multi-items* dan *Goal Programming*. Untuk membuat model persediaan yang bisa diterima dan diaplikasikan di perusahaan maka dibutuhkan asumsi-asumsi yang menggambarkan permasalahan yang terjadi dalam manajemen persediaan, yaitu:.

1. Tingkat produksi lebih besar dari tingkat permintaan.
2. Barang yang diproduksi dan disimpan lebih dari satu macam.
3. Permintaan semua barang setiap periode bersifat deterministik (konstan).
4. Tidak terjadi *back order*, yaitu kondisi dalam pendistribusian barang di mana barang yang dipesan tidak atau belum dapat disediakan baik seluruhnya maupun sebagian.

5. Tidak ada produk yang cacat.
6. Kecepatan produksi konstan.
7. Tidak ada kenaikan biaya selama proses produksi (harga konstan).

Selanjutnya, tahapan pertama pada penyelesaian masalah persediaan adalah menentukan model *Economic Production Quantity Multi-Items* yang dibangun dengan menurunkan model terhadap biaya produksi, biaya pemasangan, dan biaya simpan. Selanjutnya, dibangun model multi objektif untuk masalah persediaan dan pada tahapan akhir model multi objektif tersebut akan diselesaikan dengan pendekatan model *Goal Programming*.

3.3.1 Model *Economic Production Quantity Multi-Items*

Model *Economic Production Quantity Multi-Items* diperoleh dengan cara menurunkan *total annual cost* terhadap biaya produksi (*production cost*), biaya *set-up* (*set-up cost*), dan biaya simpan (*holding cost*). Persediaan maksimum untuk item i adalah $tp_i(p_i - r_i)$ dan rata-rata persediaan yang merupakan setengah dari jumlah persediaan maksimum adalah $\frac{tp_i(p_i - r_i)}{2}$. Jika jumlah produk yang diproduksi $Q_i = p_i \times tp_i = \frac{R_i}{n}$, maka rata-rata persediaan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Rata - rata persediaan} = \frac{tp_i(p_i - r_i)}{2} = \frac{R_i(p_i - r_i)}{2np_i}$$

Untuk memperoleh *total cost* yang minimum, maka ambil turunan pertama dari TC terhadap n dan dibuat sama dengan nol sehingga diperoleh:

$$\text{Total Annual Cost} = \text{Production Cost} + \text{Setup Cost} + \text{Holding Cost}$$

$$\begin{aligned} TC &= \sum_{i=1}^m R_i P_i + n \sum_{i=1}^m C_i + \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^m \frac{R_i(p_i - r_i)H_i}{p_i} \\ \frac{dTC}{dn} &= \sum_{i=1}^m C_i - \frac{1}{2n^2} \sum_{i=1}^m \frac{R_i(p_i - r_i)H_i}{p_i} = 0 \\ \sum_{i=1}^m C_i &= \frac{1}{2n^2} \sum_{i=1}^m \frac{R_i(p_i - r_i)H_i}{p_i} = 0 \end{aligned}$$

$$n^2 = \frac{\sum_{i=1}^m \frac{R_i(p_i - r_i)H_i}{p_i}}{2 \sum_{i=1}^m C_i}$$

$$n^* = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m \frac{R_i(p_i - r_i)H_i}{p_i}}{2 \sum_{i=1}^m C_i}}, \text{ dengan nilai } r_i = \frac{R_i}{n^*}$$

Dengan demikian jumlah produk ke- i yang diproduksi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Q^*_i = \frac{R_i}{n^*}$$

Sedangkan total biaya persediaan adalah

$$TC^* = \sum_{i=1}^m R_i P_i + 2n^* \sum_{i=1}^m C_i$$

di mana:

- i : Tipe atau jenis produk.
- R_i : Jumlah permintaan masing-masing jenis produk per tahun.
- n^* : Siklus produksi optimal.
- P_i : Biaya produksi masing-masing jenis produk.
- Q_i : Jumlah produksi.
- Q^*_i : Jumlah produksi optimal.
- p_i : Laju kecepatan produksi masing-masing jenis produk.
- r_i : Laju permintaan masing-masing jenis produk per hari.
- TC : Total biaya persediaan.
- TC^* : Total biaya persediaan optimal.
- H_i : Biaya penyimpanan (*holding cost*) masing-masing jenis produk per Tahun.
- C_i : Biaya pemasangan (*set-up cost*) masing-masing jenis produk per produksi.
- N : Banyaknya hari kerja dalam setahun.

3.3.2 Model Multi Objektif

Misal terdapat n jenis produk. Variabel keputusan dari masalah persediaan adalah menentukan jumlah produk yang dihasilkan dari setiap jenis produknya. Variabel keputusan tersebut dinyatakan dengan X_i yang menyatakan banyaknya produk jenis ke- i , dengan $i = 1, 2, \dots, n$.

Tujuan penyelesaian masalah persediaan pada penelitian ini adalah untuk memenuhi tujuan-tujuan berikut:

1. Memaximumkan jumlah produksi untuk memenuhi permintaan
Secara matematis, tujuan ini dapat diekspresikan sebagai berikut:

Memaximumkan :

$$Z_1 = \sum_{i=1}^m X_i$$

2. Meminimumkan penggunaan bahan baku
Secara matematis, tujuan ini dapat diekspresikan sebagai berikut:

Meminimumkan :

$$Z_2 = \sum_{i=1}^m B_i X_i$$

3. Meminimumkan total biaya persediaan
Secara matematis, tujuan dapat diekspresikan sebagai berikut:

Meminimumkan :

$$Z_3 = \sum_{i=1}^m TC_i X_i$$

Kendala dari model yang menyatakan batasan-batasan yang harus dipenuhi. Secara matematis kendala ini dapat dinyatakan sebagai berikut:

1. Produk yang dihasilkan pada proses produksi sekurang-kurangnya sama dengan jumlah produksi optimal. Secara matematis kendala ini dapat dinyatakan dengan:

$$X_1 + X_2 + \dots + X_n \geq b_1$$

2. Produk yang dihasilkan pada proses produksi menggunakan bahan baku yang tidak melebihi kapasitas bahan baku. Secara matematis kendala ini dapat dinyatakan dengan:

$$B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_nX_n \leq b_2$$

3. Produk yang dihasilkan membutuhkan biaya persediaan sebesar TC dan mengeluarkan biaya persediaan yang tidak melebihi atau sama dengan total biaya persediaan yang ditetapkan sebesar TC^* . Secara matematis kendala ini dapat dinyatakan dengan:

$$TC_1X_1 + TC_2X_2 + \dots + TC_nX_n \leq b_3$$

Selengkapnya, model multi objektif dari masalah persediaan adalah sebagai berikut:

Memaksimumkan :

$$Z_1 = X_1 + X_2 + \dots + X_n$$

Meminimumkan :

$$Z_2 = B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_nX_n$$

Meminimumkan :

$$Z_3 = TC_1X_1 + TC_2X_2 + \dots + TC_nX_n$$

Dengan kendala :

$$X_1 + X_2 + \dots + X_n \geq b_1$$

$$B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_nX_n \leq b_2$$

$$TC_1X_1 + TC_2X_2 + \dots + TC_nX_n \leq b_3$$

Model di atas termasuk dalam klasifikasi model multi objektif *linear programming*. Pada sub bab selanjutnya akan dibahas metode penyelesaian dari model tersebut yaitu metode *Goal Programming*.

3.4 Model Goal Programming

Model multi objektif dari masalah persediaan yang diperoleh akan diselesaikan dengan menggunakan pendekatan *Goal Programming*. Berikut tahapan-tahapan penyelesaian model multi objektif menggunakan *Goal Programming*.

1. Perumusan sasaran

Sasaran 1 : Memaksimumkan Jumlah Produksi untuk Memenuhi Permintaan. Agar jumlah produksi setiap siklusnya maksimum, maka fungsi tujuannya adalah meminimumkan nilai penyimpangan negatif (d_i^-) karena tanda yang digunakan lebih besar (\geq). Secara matematis, tujuan dapat diekspresikan sebagai berikut:

$$\text{Min } Z_1 = \sum_{i=1}^m d_i^-$$

Dengan kendala,

$$X_1 + X_2 + \dots + X_n \geq b_1$$

Sasaran 2 : Meminimumkan Penggunaan Bahan Baku.

Agar bahan baku yang digunakan tidak melebihi kapasitas maka nilai penyimpangannya harus dikendalikan. Nilai penyimpangan pada sasaran ini adalah penyimpangan positif (d_i^+) karena tanda yang digunakan lebih kecil (\leq). Nilai d_i^+ adalah nilai penyimpangan diatas kapasitas bahan baku yang ada, sehingga nilai penyimpangan positif harus dikendalikan agar tidak melebihi kapasitas bahan baku yang ada. Secara matematis, tujuan dapat diekspresikan sebagai berikut:

$$\text{Min } Z_2 = \sum_{i=1}^m d_i^+$$

dengan kendala,

$$B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_nX_n \leq b_2$$

Sasaran 3 : Meminimumkan Biaya Persediaan.

Agar mendapatkan keuntungan yang lebih besar maka biaya persediaan harus diminimumkan dan nilai penyimpangannya harus dikendalikan. Nilai

penyimpangan pada sasaran ini adalah penyimpangan positif (d_i^+) karena tanda yang digunakan lebih kecil (\leq). Nilai d_i^+ adalah nilai penyimpangan di atas kapasitas biaya persediaan yang ada, sehingga nilai penyimpangan positif harus dikendalikan agar tidak melebihi kapasitas biaya persediaan yang ada. Secara matematis, tujuan dapat diekspresikan sebagai berikut:

$$\text{Min } Z_2 = \sum_{i=1}^m d_i^+$$

dengan kendala,

$$TC_1X_1 + TC_2X_2 + \dots + TC_nX_n \leq b_3$$

2. Menentukan variabel pembantu

Penggunaan variabel pembantu bertujuan untuk menyetarakan persamaan, karena nilai penyimpangan sebelumnya bernilai d_i^- dan d_i^+ . Kemudian dimisalkan d_1, d_2, d_3 memiliki persamaan sebagai berikut:

$$d_1 = X_1 + X_2 + \dots + X_n - b_1$$

$$d_2 = B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_nX_n - b_2$$

$$d_3 = TC_1X_1 + TC_2X_2 + \dots + TC_nX_n - b_3$$

Variabel-variabel pembantu di atas akan digunakan untuk *Goal Programming*. Selanjutnya, akan ditentukan pembatas untuk masing-masing sasaran.

3. Menentukan pembatas

Pembatas ini merupakan kendala pada setiap sasaran yang menggunakan notasi sama dengan (=) dan untuk nilai positif atau negatifnya dapat dilihat dari penyimpangan d_1, d_2, d_3 . Sehingga diperoleh pembatas dari setiap sasaran adalah sebagai berikut:

$$X_1 + X_2 + \dots + X_n = b_1$$

$$B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_nX_n = b_2$$

$$TC_1X_1 + TC_2X_2 + \dots + TC_nX_n = b_3$$

Jika $d_i = d_i^+ - d_i^-$, dengan $d_i^+, d_i^- \geq 0$, maka diperoleh pembatas-pembatas *Goal Programming* sebagai berikut:

a. Pembatas pertama

$$\begin{aligned}d_1 &= X_1 + X_2 + \dots + X_n - b_1 \\d_1^+ - d_1^- &= X_1 + X_2 + \dots + X_n - b_1 \\&\text{menjadi,} \\X_1 + X_2 + \dots + X_n - (d_1^+ - d_1^-) &= b_1\end{aligned}$$

b. Pembatas kedua

$$\begin{aligned}d_2 &= B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_nX_n - b_2 \\d_2^+ - d_2^- &= B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_nX_n - b_2 \\&\text{menjadi,} \\B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_nX_n - (d_2^+ - d_2^-) &= b_2\end{aligned}$$

c. Pembatas ketiga

$$\begin{aligned}d_3 &= TC_1X_1 + TC_2X_2 + \dots + TC_nX_n - b_3 \\d_3^+ - d_3^- &= TC_1X_1 + TC_2X_2 + \dots + TC_nX_n - b_3 \\&\text{menjadi,} \\TC_1X_1 + TC_2X_2 + \dots + TC_nX_n - (d_3^+ - d_3^-) &= b_3\end{aligned}$$

Selengkapnya, model *Goal Programming* dari masalah persediaan adalah sebagai berikut:

$$\text{Min } Z = d_i^- + d_i^+$$

dengan kendala,

$$\begin{aligned}X_1 + X_2 + \dots + X_n - (d_1^+ - d_1^-) &= b_1 \\B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_nX_n - (d_2^+ - d_2^-) &= b_2 \\TC_1X_1 + TC_2X_2 + \dots + TC_nX_n - (d_3^+ - d_3^-) &= b_3 \\x_1, x_2, \dots, x_n &\geq 0 \\d_i^-, d_i^+, &\geq 0\end{aligned}$$

3.5 Penyelesaian model optimisasi menggunakan gabungan metode *Economic Production Quantity (EPQ) Multi-items* dan *Goal Programming*

Bagian ini membahas mengenai penyelesaian model optimisasi dengan gabungan *Economic Production Quantity (EPQ) Multi-items* dan *Goal Programming*. Berikut akan diuraikan langkah-langkah penelitian yang dilakukan, yaitu :

- a. Menentukan jumlah produk optimal dengan menggunakan *EPQ Multi-items*.
 1. Membuat tabel yang berisi jenis produk (X_i), permintaan masing-masing jenis produk per tahun (R_i), biaya produksi masing-masing produk (P_i), kecepatan produksi masing-masing produk per hari (p_i), biaya simpan masing-masing produk dalam setahun (H_i), dan biaya *setup* masing-masing jenis produk per produksi (C_i).
 2. Menghitung syarat waktu produksi yang dibutuhkan dalam setahun dengan persamaan berikut:

$$N \geq \sum_{i=1}^m \frac{R_i}{p_i}$$

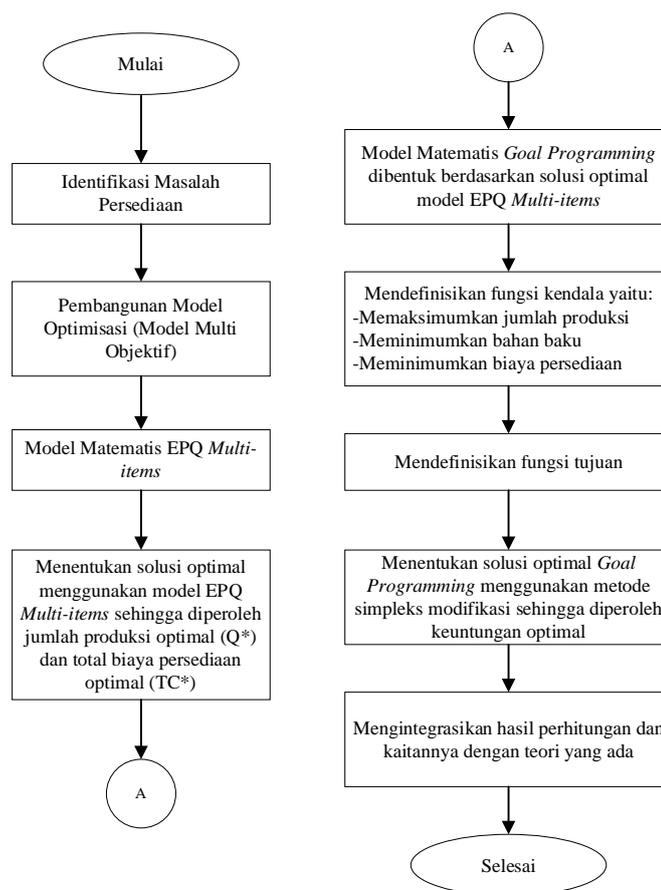
3. Menghitung siklus produksi optimal dalam setahun (n^*).
 4. Menghitung jumlah produksi optimal untuk masing-masing jenis produk (Q^*).
 5. Menghitung total biaya produksi optimal (TC^*).
- b. Penyelesaian *Goal Programming* dengan metode simpleks modifikasi.
 1. Menetapkan tabel awal menggunakan variabel-variabel penyimpangan untuk permulaan variabel-variabel solusi dasar yang layak. Hitung baris $c_j - z_j$.
 2. Tentukan variabel masuk (memasukkan variabel non-basis) dengan memilih kolom yang mempunyai nilai negatif maksimum. Variabel masuk ini disebut kolom pivot.
 3. Menentukan variabel keluar (variabel yang diganti) dengan membagi nilai kolom ruas kanan dengan nilai kolom pemutar dan memilih baris dengan nilai positif minimum atau nol. Variabel keluar ini disebut baris pivot.

4. Hitung nilai baris pemutar baru dengan rumus:

$$\text{Nilai baris pemutar baru} = \frac{\text{nilai baris pemutar lama}}{\text{nomor pemutar}}$$

5. Hitung semua nilai baris lainnya dengan menggunakan rumus:
Baris baru = baris lama - (koefisien kolom \times nilai baris pemutar).
6. Hitung baris $c_j - z_j$ yang baru.
7. Tentukan apakah hasil sudah memuaskan dengan menguji baris $c_j - z_j$. Apabila tidak ada nilai negatif, maka solusi telah dicapai. Jika kondisi ini tidak tercapai kembali ke langkah 2 dan ulangi simpleks yang dimodifikasi.

Algoritma penyelesaian masalah persediaan menggunakan gabungan metode *EPQ Multi-items* dan *Goal Programming* terdapat dalam Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Algoritma Penyelesaian Masalah Persediaan Menggunakan Gabungan Metode *EPQ Multi-items* dan *Goal Programming*

3.6 Contoh Permasalahan Persediaan dan Penyelesaiannya Menggunakan Gabungan Metode *Economic Production Quantity (EPQ) Multi-items* dan *Goal Programming*.

Sebuah perusahaan produk makanan melakukan kegiatan produksi dan penjualan secara bersamaan. Produk yang diproduksi dan dijual oleh perusahaan adalah produk kue basah dan kue kering. Diketahui, jumlah permintaan dari masing-masing produk secara berturut-turut adalah $R_1 = 1500$ dan $R_2 = 1250$ unit per tahun, dengan permintaan per hari sebesar $r_1 = 4$ dan $r_2 = 3$. Laju produksi per hari sebanyak $p_1 = 8$ dan $p_2 = 6$ dengan biaya produksi sebesar $P_1 = Rp2.850,22$ untuk produk kue basah dan $P_2 = Rp2.411,99$ untuk produk kue kering. Dengan biaya penyimpanan sebesar $H_1 = Rp131,45$ untuk kue basah dan $H_2 = Rp2.051,98$ untuk kue kering dan biaya pemasangan sebesar $C_1 = Rp1.830,74$ dan $C_2 = Rp1.587,38$. Diketahui juga biaya persediaan sebesar $B_1 = Rp1.568$ untuk kue basah dan $B_2 = Rp1453$ untuk kue kering dengan laba per produk yaitu $l_1 = Rp3.432$ untuk kue basah dan $l_2 = Rp3.547$ untuk kue kering. Perusahaan belum dapat merealisasikan rencana produksi yang paling optimal dengan persediaan sumber daya yang ada. Perusahaan ingin mengetahui jumlah produksi optimal dan biaya persediaan optimal sehingga mendapatkan keuntungan maksimal.

Dengan menggunakan gabungan metode *Economic Production Quantity (EPQ) Multi-items* dan *Goal Programming* akan dicari jumlah produksi optimal untuk setiap produk, total biaya persediaan optimal dan keuntungan optimalnya. Berikut rincian perhitungan menggunakan gabungan metode *Economic Production Quantity (EPQ) Multi-items* dan *Goal Programming* untuk produk kue basah dan kue kering.

Diketahui :

$$R_1 = 1500 \quad r_1 = 4$$

$$R_2 = 1250 \quad r_2 = 3$$

$$P_1 = Rp2.850,22 \quad p_1 = 8$$

$$P_2 = Rp2.411,99 \quad p_2 = 6$$

Putri Sakinah Hanafi, 2023

OPTIMISASI PERSEDIAAN MENGGUNAKAN GABUNGAN METODE ECONOMIC PRODUCTION QUANTITY (EPQ) MULTI-ITEMS DAN GOAL PROGRAMMING

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

$$\begin{aligned}
 H_1 &= Rp131.45 & C_1 &= Rp1.830,74 \\
 H_2 &= Rp2.051,98 & C_2 &= Rp1.587,38 \\
 TC_1 &= Rp1.568 & l_1 &= Rp3.432 \\
 TC_2 &= Rp1453 & l_2 &= Rp3.547
 \end{aligned}$$

Langkah pertama adalah menentukan jumlah produksi optimal dan biaya persediaan optimal menggunakan metode EPQ *Multi-items*. Berikut tahapan perhitungannya:

1. Menghitung siklus produksi optimal dalam satu tahunnya (n^*)

$$n^* = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 \frac{R_i(p_i - r_i)H_i}{p_i}}{2 \sum_{i=1}^5 C_i}}$$

$$n^* = \sqrt{\frac{1.381.072,63}{3.418,13}} = \sqrt{404,04} = 20,10 \cong 20$$

Sehingga diperoleh siklus produksi optimal dalam satu tahun adalah 20 siklus.

2. Menghitung jumlah produksi optimal (Q^*) untuk masing-masing jenis produk

$$\begin{aligned}
 Q_{kue\ basah}^* &= \frac{1500}{20} = 75\ produk \\
 Q_{kue\ kering}^* &= \frac{1250}{20} = 62\ produk
 \end{aligned}$$

3. Menghitung total biaya persediaan optimal (TC^*)

$$\begin{aligned}
 TC^* &= \sum_{i=1}^5 R_i P_i + 2n \sum_{i=1}^5 C_i \\
 &= Rp7.290.315,75 + (2 \times 20 \times Rp3.418,13) \\
 &= Rp7.423.622,73
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan menggunakan metode EPQ *Multi-items*, diperoleh jumlah produksi optimal untuk masing-masing produk (Q^*) dengan total biaya

produksi optimal sebesar TC^* . Hal ini menunjukkan bahwa EPQ *Multi-items* menyarankan agar perusahaan memproduksi sebanyak 75 kue basah dan 62 kue kering dengan biaya persediaan optimal sebesar Rp7.423.622,73.

Selanjutnya dengan menggunakan *Goal Programming* akan ditentukan keuntungan optimal dengan bantuan metode simpleks modifikasi.

4. Penyelesaian Menggunakan *Goal Programming*.

Tabel 3. 1 Data *Goal Programming*

Produk	Jumlah Produksi Optimal (unit)	Biaya Persediaan (Rp)	Laba (Rp)
Kue Basah	75	1568,00	3432
Kue Kering	62	1453,00	3547

Pada tahap ini, akan dilakukan perhitungan untuk menentukan keuntungan optimal dengan kendala memaksimalkan jumlah produksi dan meminimumkan biaya persediaan. Berikut penyelesaian masalah persediaan menggunakan *Goal Programming*.

a. Memaksimalkan Jumlah Produksi untuk Memenuhi Permintaan.

Agar jumlah produksi setiap siklusnya maksimum, maka fungsi tujuannya adalah meminimumkan nilai penyimpangan negatif (d_i^-) karena tanda yang digunakan lebih besar (\geq).

b. Meminimumkan Biaya Persediaan.

Agar mendapatkan keuntungan yang lebih besar maka biaya persediaan harus diminimumkan dan nilai penyimpangannya harus dikendalikan. Nilai penyimpangan pada sasaran ini adalah penyimpangan positif (d_i^+) karena tanda yang digunakan lebih kecil (\leq). Nilai d_i^+ adalah nilai penyimpangan diatas kapasitas biaya persediaan yang ada, sehingga nilai penyimpangan positif harus dikendalikan agar tidak melebihi kapasitas biaya persediaan yang ada.

Tabel 3. 2 Penentuan Nilai Penyimpangan

	Faktor	x1	x2	Sasaran	Penyimpangan
1	Kue Basah	1	0	75	d_1^-
2	Kue Kering	0	1	62	d_2^-
3	Biaya Persediaan	1568	1453	7.423.622	d_3^+

Selengkapnya, diperoleh model *Goal Programming* sebagai berikut:

$$\text{Min } Z = d_1^- + d_2^+$$

dengan kendala,

$$X_1 + d_1^- = 75$$

$$X_2 + d_2^- = 62$$

$$1568X_1 + 1453X_2 - d_3^+ = 227.289,50$$

$$X_1, X_2 \geq 0$$

$$d_1^-, d_2^-, d_3^+, \geq 0$$

Dengan metode simpleks modifikasi diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 3. 3 Hasil Perhitungan *Goal Programming*

Kendala		Sasaran	Hasil	Keterangan
Memaksimumkan produksi	Kue Basah	75	75	Tercapai
	Kue Kering	62	62	Tercapai
Meminimumkan biaya persediaan		7.423.622,73	0	Tercapai

Dari Tabel 3.3 diperoleh solusi optimal sebagai berikut:

- Sasaran memaksimumkan produksi setiap siklus tercapai oleh kedua produk.
- Sasaran meminimumkan biaya persediaan tercapai karena tidak terdapat nilai penyimpangan positif (d_3^+) dari biaya persediaan.

5. Menghitung keuntungan optimal (L_{2022})

Keuntungan optimal untuk setiap jenis produk dalam satu kali produksi dapat diperoleh melalui perhitungan jumlah produksi optimal dengan laba produk.

Rincian perhitungan keuntungan optimal adalah sebagai berikut:

- Kue Basah

$$L_1 = 75 \times Rp3.432 = Rp257.400,00$$

- Kue Kering

$$L_2 = 62 \times Rp3.547 = Rp219.914,00$$

Dari perhitungan tersebut diperoleh hasil keuntungan dalam satu kali produksi adalah sebesar Rp477.314,00. Sehingga total keuntungan optimal untuk 20 siklus produksi dengan perhitungan EPQ *Multi-items* dan *Goal Programming* adalah sebagai berikut:

$$L_{2022} = L \times n^*$$
$$L_{2022} = \text{Rp}477.314,00 \times 20$$
$$L_{2022} = \text{Rp}9.546.280$$

Hasil perhitungan ini menunjukkan bahwa keuntungan optimal perusahaan adalah sebesar Rp9.546.280 untuk 20 siklus produksi.

Demikian sehingga berdasarkan proses perhitungan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa perusahaan dapat melakukan proses produksi dengan jumlah produksi optimal sebanyak 75 kue basah dan 62 kue kering dengan biaya persediaan sebesar Rp7.423.622,73 dan mendapatkan keuntungan optimal sebesar Rp Rp9.546.280.