

ANALISIS OPTIMALITAS METODE *HAND TO MOUTH BUYING* DAN *N-FORWARD BUYING* DENGAN METODE *MIXED INTEGER PROGRAMMING*

AN OPTIMALITY ANALYSIS OF HAND TO MOUTH AND N - FORWARD BUYING WITH MIXED INTEGER PROGRAMMING METHOD

Panca Jodiawan*, Hendy Tannady**

**Program Studi Teknik Industri, Universitas Bunda Mulia
Jl. Lodan Raya No. 2, Jakarta Utara
hendytannady@yahoo.com

Abstrak

Seiring berjalannya waktu, peningkatan jumlah perusahaan mendorong masing – masing perusahaan untuk mengembangkan strategi yang lebih baik dalam menghadapi kompetisi. Banyak cara yang dapat digunakan untuk membantu perusahaan tersebut, salah satunya adalah dengan mengatur aktivitas pembelian. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui optimalitas dari metode – metode yang umum digunakan dalam aktivitas pembelian, *hand to mouth buying* dan *N – Forward buying*. Metode yang digunakan untuk menguji optimalitas dalam penelitian adalah pemodelan matematika. Model tersebut berbasiskan *mixed integer programming* yang diimplementasikan di dalam data hipotetikal. Berdasarkan hasil yang diperoleh, ditemukan bahwa terdapat suatu kasus dimana hasil kedua metode tidak optimal. Namun demikian, ketika analisis sensitivitas dilakukan dalam bentuk perubahan biaya penyimpanan pada contoh kasus yang diberikan, akan terlihat bahwa optimalitas terjadi, baik oleh *Hand to Mouth buying* atau *N – Forward buying*. Karena itu, akan lebih baik mempertimbangkan optimalitas dari kedua metode pembelian ini karena metode ini tidak mampu memberikan solusi terbaik dalam beberapa keadaan permasalahan pembelian walaupun dapat memberikan hasil yang optimal dalam sebagian besar keadaan.

Kata kunci: *Hand to Mouth Buying, N – Forward Buying, model Matematika*

Abstract

The increasing number of companies forces each organization to develop better strategies for facing the competition. Different ways can be utilized to help the organization; one of which is to modulate the purchasing activity. Having a good purchasing decision will maximize profits and minimize spending. This research aims at examining the optimality of common purchasing methods, Hand to Mouth buying and N – Forward buying. The method used for testing the optimality is mathematical modelling. The model is based on mixed integer programming principles utilizing both general and binary integer variables. After the model was implemented in hypothetical data, it was found that there was a case in which both of these methods are not optimal. The mathematical modelling provided a better solution than these purchasing methods. However when the sensitivity analysis in its holding cost of the sample problem is conducted, the optimality was achieved by either Hand to Mouth buying or N – Forward buying. It is recommended to consider the optimality of these methods in the implementation as they are not the best solution for all purchasing problems.

Keywords: *Hand to Mouth Buying, N – Forward Buying, Mathematical Model*

Tanggal Terima Naskah : 15 Mei 2015
 Tanggal Persetujuan Naskah : 16 Juni 2015

1. PENDAHULUAN

Pembelian merupakan hal yang tidak akan terpisah dari proses keseharian suatu organisasi. Suatu produk yang diciptakan suatu organisasi tentunya memerlukan komponen-komponen yang membentuknya dengan kondisi tidak semua komponen tersebut dapat dibuat oleh organisasi tersebut sehingga diperlukan aktivitas pembelian. Pembelian menempati posisi yang penting dalam suatu organisasi karena barang-barang yang dibeli umumnya melambangkan 40 sampai 60 persen dari nilai jual produk akhir [1]. Pembelian memiliki kontribusi terhadap efisiensi dan efektifitas dengan cara tertentu [2]. Efisiensi dan efektifitas tentunya berhubungan dengan penghematan sejumlah nilai yang dapat dilakukan pada proses pembelian, demikian pula nilai keuntungan yang bertambah untuk organisasi tersebut [3]. Berbagai metode pembelian telah dikembangkan, diantaranya *Hand to mouth* dan *N-Forward Buying*. Namun demikian, untuk mengetahui apakah metode pembelian yang ada sudah optimal, tentunya diperlukan suatu alat penguji. Oleh sebab itu, perancangan model matematika dikembangkan sebagai alat untuk menguji metode pembelian mengenai optimalitas. Tujuan utama penelitian ini adalah menganalisis optimalitas dari dua jenis metode *purchasing* (*hand to mouth buying* dan *n – forward buying*) dan mengetahui kondisi yang sesuai untuk menggunakan kedua jenis metode dengan merancang model matematika menggunakan metode *integer programming*.

1.1 Integer Programming

Integer programming merupakan salah satu bagian dari program linier yang dibentuk dengan tujuan yang khusus. Kekhususan dari *integer programming* adalah variabel keputusan yang menjadi solusi merupakan bilangan cacah. Terdapat tiga jenis permasalahan yang terdapat dalam *integer programming*, yaitu permasalahan bilangan cacah murni, dimana seluruh variabel keputusan terbatas dengan bilangan cacah; permasalahan bilangan cacah campuran, dimana terdapat beberapa variabel keputusan yang terbatas dengan bilangan cacah; dan permasalahan angka biner, dimana variabel keputusan terbatas dengan angka nol (keputusan tidak mengerjakan) dan angka satu (keputusan mengerjakan).

Penggunaan metode simpleks adalah basis untuk penyelesaian permasalahan *integer programming*. Namun, pengembangan metode simpleks tersebut dapat menciptakan beberapa cara untuk menyelesaikan *integer programming*, seperti cara Irisan Gomory dan pendekatan *Branch and Bound*. Bentuk umum dari permasalahan *integer programming* adalah sebagai berikut.

$$\text{Maximize } (Z) = \sum_{j=1}^n C_j X_j \dots\dots\dots(1)$$

dengan kendala:

$$\sum_{j=1}^n A_{ij} X_j \leq B_i, \text{ untuk } i = 1, 2, \dots, m \dots\dots\dots(2)$$

dan X_j adalah bilangan cacah, untuk $j = 1, 2, \dots, I; I \leq n$. (batasan $I < n$ merupakan permasalahan *integer programming* campuran, namun ketika $I = n$, maka permasalahan berubah menjadi *integer programming* murni).

Persamaan tersebut dapat diubah untuk disesuaikan dengan permasalahan yang ada, misalnya pada bagian objektifnya, kemungkinan masalah meminimalkan biaya tentu ada sehingga objektif dari model bukan lagi maksimasi tetapi minimasi. Selanjutnya, pada bagian batasan, bentuk umum batasan adalah \leq (tidak lebih dari), namun pada beberapa kondisi, tentunya ada batasan yang lain seperti \geq (tidak kurang dari), atau = (sama dengan).

Seiring perkembangannya, permasalahan dalam *linear programming* semakin kompleks dan akan menurunkan efisiensi dalam penyelesaiannya. Oleh sebab itu, pengembangan di bidang teknologi komputer dilakukan sehingga saat ini terdapat beberapa *software* yang dapat menyelesaikan permasalahan *linear programming*, salah satunya adalah *LINGO*. Pemodelan *linear programming* dalam *LINGO* dapat dibuat dengan fungsi – fungsi tertentu, sedangkan untuk pemodelan *integer programming* dalam *LINGO* dapat dibuat dengan menambahkan @GIN(Variabel_Name) untuk permasalahan bilangan cacah, @BIN(Variabel_Name) untuk permasalahan bilangan biner.

1.2 *Purchasing*

Purchasing melibatkan aktivitas pembelian material bahan baku dan komponen-komponen tertentu pada suatu organisasi. Beberapa aktivitas yang terlibat dalam *purchasing* adalah menyeleksi pemasok, memberikan penilaian performa pemasok, negosiasi, penjadwalan pembelian, melakukan prediksi harga dan perubahan permintaan, membuat *form* penerimaan barang [1].

Penetapan jadwal pembelian bahan baku akan dapat memberikan dampak pada beberapa hal, diantaranya:

1. Meningkatkan atau mengurangi biaya penyimpanan

Bahan baku yang dibeli tentunya akan diletakkan di gudang dan akan membutuhkan biaya tertentu sampai bahan baku tersebut digunakan. Rumus umum untuk biaya penyimpanan adalah:

$$HC = C * \frac{Q}{2} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

HC : Biaya penyimpanan per waktu

Q : Jumlah kebutuhan yang dibutuhkan per waktu

C : Biaya penyimpanan per unit per waktu

2. Meningkatkan atau mengurangi biaya pembelian

Terkadang biaya pembelian bahan baku setiap bulan dalam satu tahun akan mengalami fluktuasi harga. Apabila hal ini dapat ditangani dengan baik, maka dapat mengurangi biaya pembelian.

Penjadwalan pembelian bahan baku tidak dapat didasarkan pada pengurangan salah satu biaya tersebut, tetapi perlu adanya penyeimbangan antara biaya penyimpanan dan biaya pembelian. Hal ini terjadi karena bila hanya mempertimbangkan biaya pembelian yang terkadang lebih rendah pada bulan-bulan tertentu dengan membeli jauh lebih banyak daripada yang dibutuhkan dalam satu bulan akan membangun sejumlah inventori, sebaliknya bila hanya mempertimbangkan biaya penyimpanan, tentunya akan berdampak pada meningkatnya biaya pembelian.

Terdapat beberapa metode konvensional yang dapat digunakan untuk menentukan jumlah dan waktu pemesanan, yaitu:

1. *Hand to Mouth Buying*

Pembelian dilakukan setiap bulannya sesuai dengan kebutuhan per bulan tanpa mempertimbangkan kenaikan dan penurunan biaya pembelian.

2. *N-Month Forward Buying*

Pembelian dilakukan tidak setiap bulan tetapi bergantung pada harga. Apabila harga cenderung turun, pembelian dilakukan hanya untuk kebutuhan satu bulan tersebut,

tetapi pada saat harga cenderung naik maka pembelian kebutuhan akan dibeli untuk sebanyak bulan tertentu (lebih dari satu bulan).

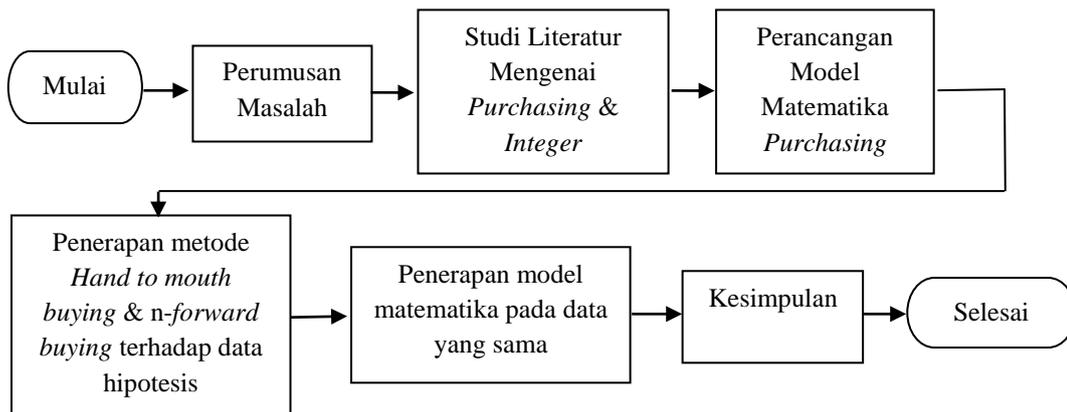
1.3 Pembatasan Masalah Penelitian

Dalam merancang model matematika untuk jadwal pembelian, terdapat beberapa pembatasan masalah dan asumsi yang diterapkan dalam penelitian ini:

1. Asumsi pemakaian bahan baku dalam satu bulan adalah linier (stok bahan baku untuk bulan tertentu turun secara bertahap dan mencapai nol pada akhir bulan tersebut).
2. Permintaan diakumulasikan per bulan.
3. Hanya satu jenis bahan baku yang terlibat dalam perhitungan.
4. Bahan baku yang dibeli merupakan bahan baku dengan kuantitas bilangan bulat.
5. Jumlah stok yang dapat ditampung dalam gudang penyimpanan bahan baku tidak terdapat batasan.
6. Asumsi persediaan awal tahun dan akhir tahun sebesar nol.
7. Analisis sensitivitas hanya diterapkan pada perubahan biaya penyimpanan.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema metodologi penelitian

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1 Perancangan Model

Berikut adalah model yang dikembangkan untuk permasalahan *purchasing*.

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=i}^n C_i * X_{ij} + \sum_{i=1}^n \sum_{j>i}^n X_{ij} * H_j * (j - i) \quad \dots\dots\dots(4)$$

dengan batasan:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=i}^n X_{ij} = \sum_{j=1}^n D_j \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$\sum_{i=1}^j X_{ij} = D_j \quad ; \text{ untuk } j = 1, 2, \dots, n \dots\dots\dots(6)$$

$$X_{1j} - D_j * Y_{1j} \geq 0 ; \dots\dots\dots(7)$$

$$X_{2j} - \left(D_j - \sum_{i=1}^1 X_{ij} \right) * Y_{2j} \geq 0; \quad \text{untuk } j = 2, 3, \dots, n \dots\dots\dots(8)$$

$$X_{3j} - \left(D_j - \sum_{i=1}^2 X_{ij} \right) * Y_{3j} \geq 0; \quad \text{untuk } j = 3, 4, \dots, n \dots\dots\dots(9)$$

$$X_{(n-1)j} - \left(D_j - \sum_{i=1}^{n-2} X_{ij} \right) * Y_{(n-1)j} \geq 0; \quad \text{untuk } j = n \dots\dots\dots(10)$$

$$X_{ij} - M * Y_i(j-1) \leq 0; \quad \text{untuk } i = 1, 2, \dots, n-1; \text{ untuk } j = i+1, i+2, \dots, n \dots\dots(11)$$

$$Y_{ij} = \text{bilangan biner} ; \forall Y_{ij}; X_{ij} = \text{bilangan integer} ; \forall X_{ij} \dots\dots(12)$$

3.2 Pembahasan Model

Berikut adalah keterangan dari model matematika yang telah dirancang.

1. Objektif dari model matematika adalah permasalahan minimasi dengan cara meminimalkan dua jenis biaya, yaitu biaya pembelian dan biaya penyimpanan. Biaya pembelian dilambangkan sebagai C_i , dengan $i = 1, 2, \dots, n$ dimana n adalah periode penjadwalan pembelian, misalnya $n = 12$ berarti periode penjadwalan pembelian adalah satu tahun. $C_i X_{ij}$ berarti biaya pembelian bulan i dikalikan dengan sejumlah unit pembelian bahan baku baik untuk penggunaan bulan tersebut ataupun untuk penyimpanan bulan-bulan selanjutnya. Biaya penyimpanan dilambangkan sebagai H_j yang berarti biaya penyimpanan berbeda-beda setiap bulan, namun untuk kasus tertentu bila biaya penyimpanan setiap bulan memiliki nilai yang sama, maka H_j diganti menjadi H . Biaya penyimpanan akan menjadi $(j - i)$ kali lipat bila pembelian dilakukan pada bulan i dan dipakai untuk bulan j . Biaya penyimpanan rata – rata yang bernilai $H*Q/2$ tidak dimasukkan ke dalam fungsi objektif karena merupakan variabel yang memiliki nilai yang sama untuk ketiga metode.
2. Batasan pertama memastikan jumlah pembelian bahan baku, baik untuk penggunaan bulan yang berkaitan (ketika $j = i$) maupun untuk disimpan untuk bulan selanjutnya (ketika $j > i$) sama dengan jumlah permintaan selama periode n .
3. Batasan kedua memastikan jumlah pembelian bahan baku dengan penyimpanan yang ada untuk bulan j sama dengan permintaan pada bulan j tersebut.
4. Batasan ketiga merupakan suatu persyaratan apabila ingin membuat nilai Y_{1j} bernilai satu, maka variabel keputusan X_{1j} harus mencapai permintaan pada bulan j , tetapi jika X_{1j} tidak dapat mencapai permintaan pada bulan j (khususnya $j > 1$), maka nilai Y_{1j} akan bernilai nol. Nilai Y_{1j} akan mempengaruhi keputusan pada batasan keempat.
5. Batasan keempat merupakan batasan yang hampir sama dengan batasan kedua, hanya saja $Y_{2j}, Y_{3j}, \dots, Y_{(n-1)j}$ akan bernilai 1 ketika nilai $X_{2j}, X_{3j}, \dots, X_{(n-1)j}$ mencapai selisih permintaan pada bulan tersebut dengan penyimpanan yang ada dari pembelian bulan sebelumnya.
6. Batasan kelima memastikan keputusan pembelian untuk penyimpanan pada bulan j dapat dijalankan jika dan hanya jika variabel $Y_i(j-1)$ yang merupakan bilangan biner bernilai satu.
7. Persamaan ketujuh menyatakan bahwa untuk semua Y_{ij} merupakan bilangan biner dan untuk semua X_{ij} merupakan bilangan bulat.

3.3 Penerapan Model

Berikut adalah data hipotesis yang akan diterapkan ke dalam model matematika yang telah dibuat, metode *hand to mouth buying* dan metode *n – forward buying*.

Tabel 1. Data hipotesis untuk penerapan model

Bulan	1	2	3	4	5	6
Permintaan	10000	15000	18000	20000	18000	15000
Biaya Pembelian (\$)	1,5	2	1,8	1,5	1,4	1,8
Biaya Penyimpanan (\$)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Dengan metode *hand to mouth buying* dan metode *n – forward buying* maka didapatkan hasilnya sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil perhitungan total biaya

Bulan	<i>Hand to Mouth</i>	<i>N-Forward</i>
1	10000	25000
2	15000	0
3	18000	18000
4	20000	20000
5	18000	33000
6	15000	0
Biaya Pembelian	159600	146100
Biaya Penyimpanan	4800	7800
Total Biaya	164400	153900

Dengan model memasukkan data tersebut ke dalam model matematika yang diproses menggunakan *LINGO 14.0 Student Version* [4], maka hasil yang didapatkan adalah $X_{11} = 10000$, $X_{12} = 15000$, $X_{13} = 18000$, $X_{44} = 20000$; $X_{55} = 18000$; $X_{56} = 15000$; dengan total biaya \$152100. Terlihat dari perhitungan dua metode *purchasing* yang umum digunakan ternyata belum optimal karena nilai optimal berdasarkan model matematika dengan metode *integer programming* menghasilkan total biaya yang lebih murah. Dengan jumlah permintaan, harga pembelian per unit yang sama tetapi dengan biaya penyimpanan yang berbeda, optimalitas dari kedua jenis metode diuji sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil perhitungan biaya total dengan beberapa biaya penyimpanan

Biaya Penyimpanan/unit/bulan (\$)	<i>Hand to Mouth</i>	<i>n-Forward</i>	Model Matematika
0.2	169200	161700	161700
0.3	174000	169500	169500
0.4	178800	177300	177300
0.5	183600	185100	183600
0.6	188400	192900	188400

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini, maka kesimpulan dapat diberikan sebagai berikut:

1. Dalam menguji optimalitas kedua metode pembelian yang lazim digunakan, *Hand to Mouth Buying* dan *N – Forward Buying*, digunakan model matematika yang didasarkan pada teori *mixed integer programming*.
2. Terdapat satu kondisi dengan biaya penyimpanan tidak kurang dari satu nilai tertentu (nilai yang cukup kecil), yang mengakibatkan kedua metode tidak memberikan hasil yang optimal.

3. Secara umum, berdasarkan perhitungan biaya total dengan mengubah nilai biaya penyimpanan, salah satu dari kedua metode akan memberikan hasil yang optimal.

REFERENSI

- [1]. Ballou, Ronald H. 2003. *Business Logistics : Supply Chain Management*, 4rd ed. Pearson-Prentice Hall : Upper Saddle River, New Jersey.
- [2]. Friendendall, Lawrence D., Ed Hill. 2001. *Basics of Supply Chain Management*. St. Lucie Press : Boca Raton, London, New York, Washington DC.
- [3]. Felch, R bruce., Robert I Felch. 1988. Controlling Purchasing Price Performance. *Journal of Purchasing and Material Management*, 24(3) : 36 – 40.
- [4]. Lindo Systems Inc. 2013. *Lingo Release 14 User's guide*. Lindo Systems Inc : Chicago.