

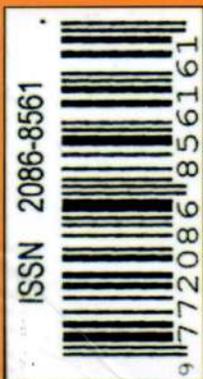
ISSN: 2086-8561

TOPIC THIS  
VOLUME

- Supply Chain-  
Beer Game
- Manufacturing  
Process
- Logistic Process
- Transportation
- Distribution
- Inventory

ISSUES

- Supply Chain Management 1
- Operation Systems 2
- Inventory 3
- Location Optimization 4



# Jurnal Logistik Bisnis

VOLUME I NO 1

MEI 2010

## Briefs Supply Chain and Logistic

MIT's Beer Production Distribution Game Will Become 50

*Markus J. Hiller*

Competition Analysis on Logistic Delivery Service With Logic Biner Methode Between PT Pos and Other Delivery Service Company (PT TIKI)

*Suntoro*

Pemetaan Rantai Pasok Dengan Pendekatan Cluster Industri di Wilayah Kota Bandung dan Sekitarnya (Study Kasus Pada Klaster Industri Logam)

*Dodi Permadi, Hilman Setiadi*

Perumusan Strategi dan Sistem Operasi Distribusi Air Mineral dalam Kemasan (AMDK) Dalam Melayani Pelanggan (Studi Kasus: PDAM Kota Bandung)

*Erna Mulyati*

EPQ Probabilistik Model P dengan Menggunakan Partial Back Ordering

*Made Irma Dwiputranti*

Integrasi Ukuran Lot Ekonomis Pada Demand Probabilistik untuk Sistem Persediaan Vendor dan Bayer Ketika Pemenuhan Vendor Besifat Random

*Raden Adriyani Oktora*

Penentuan Lokasi Optimal Posko Bencana Banjir Di Kota Bandung Dengan Metode P-Median Set Covering Problem

*Liane Okdinawati, Eduard Sondakh*

Optimasi Alokasi Distribusi Sampah Untuk Meminimasi Total Ongkos Distribusi Sampah Pad PD Kebersihan Kota Bandung

*Syafrianita*

Perencanaan Produksi dan Pengendalian Persediaan Bahan Baku Pada Pengrajin Tahu dan Tempe "IM" Cibogo Bandung

*Agus Purnomo*

**Politeknik Pos Indonesia**

J. Logistik Bisnis

Vol. 1

No. 1

Hal. 1 – 117

Bandung, Mei 2010

ISSN: 2086-8561

ISSN : 2086-8561

**JURNAL LOGISTIK BISNIS**

Volume 1 Nomor 1 Mei 2010

**Pelindung:**

Direktur Politeknik Pos

**Penasehat:**

Para Pembantu Direktur

**Pembina:**

Ketua Jurusan Logistik Bisnis

**Ketua Tim Redaksi:**

Dodi Permadi., ST., MT

**Penyunting Ahli:**

Sutrisno., Ph.D

DR. Bambang Jatmiko., SE., MSI

Markus Josep Hiller., M.Log

**Penyunting:**

Suntoro, Ir., MT

Liane Okdinawati., ST., MT

Eduard Sondakh., S.Si., MT

Dodi Permadi., ST., MT

**Tata Usaha;**

Tety Rohaeti., A.Md

Emay Marsita ., A.Md

**Alamat Redaksi/Penerbit:**

Jurusan Logistik Bisnis, Politeknik Pos Indonesia

Jl. Sariasih No 54-Bandung 40151

Telp 022-2009570, Fax 022-2009568

Jurnal Logistik Bisnis diterbitkan oleh Jurusan Logistik Bisnis Politeknik Pos Indonesia. Redaksi Mengundang para professional di dunia industri, pendidikan dan peneliti untuk menuliskan hasil karya ilmiah dan pengalaman praktis dilapangan terkait implementasi logistic dan supply chain. Jurnal Logistik Bisnis diterbitkan 3 kali dalam satu tahun pada bulan Februari, Mei, dan November.

ISSN: 2086-8561

**Jurnal Logistik Bisnis**  
Volume 1, Nomor 1-Mei 2010

1. **MIT's Beer Production Distribution Game Will Become 50**  
*Markus J. Hiller*
2. **Competition Analysis on Logistic Delivery Service With Logic Biner Methode Between PT Pos and Other Delivery Service Company (PT TIKI)**  
*Suntoro*
3. **Pemetaan Rantai Pasok Dengan Pendekatan Cluster Industri di Wilayah Kota Bandung dan Sekitarnya (Study Kasus Pada Klaster Industri Logam)**  
*Dodi Permadi, Hilman Setiadi*
4. **Perumusan Strategi dan Sistem Operasi Distribusi Air Mineral dalam Kemasan (AMDK) Dalam Melayani Pelanggan (Studi Kasus: PDAM Kota Bandung)**  
*Erna Mulyati*
5. **EPQ Probabilistik Model P dengan Menggunakan Partial Back Ordering**  
*Made Irma Dwiputranti*
6. **Integrasi Ukuran Lot Ekonomis Pada Demand Probabilistik untuk Sistem Persediaan Vendor dan Bayer Ketika Pemenuhan Vendor Besifat Random**  
*Raden Adriyani Oktora*
7. **Penentuan Lokasi Optimal Posko Bencana Banjir Di Kota Bandung Dengan Metode P-Median Set Covering Problem**  
*Liane Okdinawati, Eduard Sondakh*
8. **Optimasi Alokasi Distribusi Sampah Untuk Meminimasi Total Ongkos Distribusi Sampah Pad PD Kebersihan Kota Bandung**  
*Syafrianita*
9. **Perencanaan Produksi dan Pengendalian Persediaan Bahan Baku Pada Pengrajin Tahu dan Tempe "IM" Cibogo Bandung**  
*Agus Purnomo*

## MIT's Beer Production Distribution Game Will Become 50

Markus J. Hiller

Politeknik Pos Indonesia, Jalan Sariosih No 54, Bandung 40151, Indonesia.

For comments or beer game moderations, please contact:

[Markus.Hiller@cimonline.de](mailto:Markus.Hiller@cimonline.de)

### **Abstract**

*The beer game is still the most well known systems simulation word wide. With almost 50 years of existence it has undergone changes but its original message "structure produces behavior" is still valid. In the present article, the original version of the beer game is presented, how it is run and debriefed. In addition, modifications are discussed that have been proposed with regard to its layout and assumptions. Both contribute to an easier game play and additional learning based on the game board based beer game.*

### **History and Evolution of the "Beer Game"**

The Beer Distribution Game is one of the most well-known systems simulations up-to date. It was invented in the early 1960s by a group of professors, lead by J.W. Forrester at MIT Sloan School of Management to demonstrate and understand some key challenges of systems management. It was already in 1958 when J.W. Forrester presented the first article in the field of system dynamics, which explained a production-distribution system as an example of a dynamic analysis of a business problem (Forrester 1958). Then in 1961, Forrester published an early version of the Beer Game (Forrester 1961), which has become a symbol for supply chain simulation up to today. Since its early development almost 50 years ago, it has been used to teach people from high school students to CEOs of major corporations the development of the bullwhip effect, its reasons and measures for improvement. Videos have been conducted, which show students at MIT playing the game and realizing discussions about the outcome, feelings and conclusions to be made. (MacNeil-Lehrer Report 1989). The video together with "Instructions for Running the Production-Distribution Game"(System Dynamics Society 1998) are a widely used guide for those who want to understand the bullwhip-effect and run the beer game in their institutions. Different authors have tried to improve the traditional beer game to eliminate some of its limitations (Ossimitz et al 2002; Machuca et al 1993) others have developed computer-based versions with a higher degree of flexibility, which offer learning opportunities beyond the traditional game (Montreuil et al 2008; Kaminsky & Simchi-Levi 1998). For those who wish to explore more non-technical discussions of the Beer Game and systems thinking principles in general will find Senge's book the Fifth Discipline helpful.

## Running the Original MIT Production Distribution Game

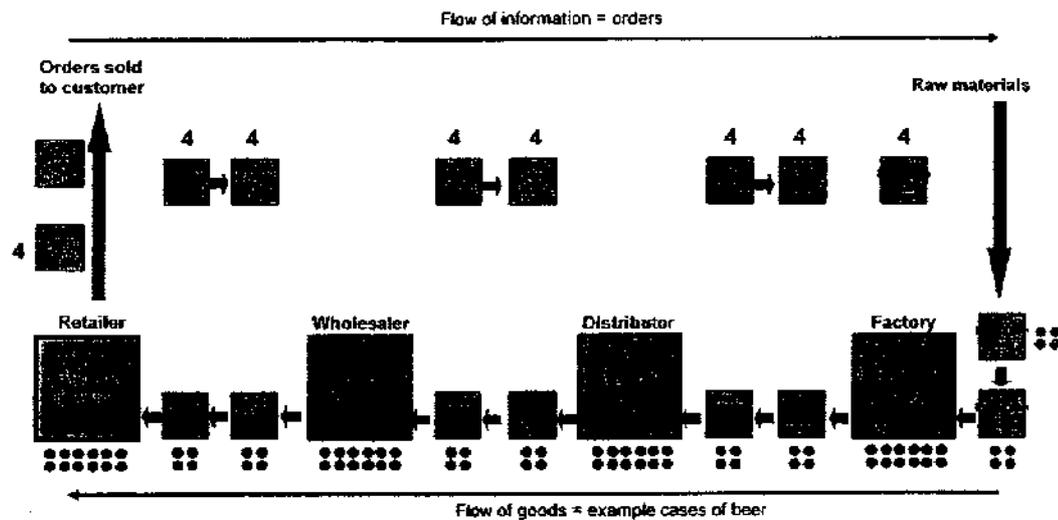
This paragraph is based on the Instructions for Running the Production-Distribution Game of Systems Dynamics Society (1998), which were adapted from the previously written instructions of John Sterman (1984). This and the following paragraphs focus on the traditional game board based version of the Production Distribution Game, from here on just called the "beer game". Normally, the game is played by 4-8 players who assume the role of different stages in a simplified four-level supply chain but the game can also be played by larger groups of up to 60 participants. In the following paragraphs the basics of the game board based original shall be explained.

### Structure and Rules

The Beer Game's supply chain consists of a retailer, wholesaler, distributor and beer factory. At each stage of this supply chain at least one better two students are active as decision makers. The simulation is based on limited visibility of end customer demand for the players in the supply chain. End-customer demand is only transparent to the retailer but not to the other supply chain members and even the retailer does not know future demand but just the one of the current week. Rules demand that supply chain partners may only communicate by sending orders and fulfilling these by shipping inventories. Supplies for the factory are unlimited. Summarized, the rules of the game are the following:

- Do not talk to upstream and downstream supply chain partners
- RETAILER: Please, do not inform other players about end-customer demand
- If you have stock you must fill orders and backlog (backorders)
- Backlog = quantity of an order that cannot be filled because of a lack of stock
- Backlog = cumulative (last weeks backlog + new order - shipment = new backlog)
- Orders to fill = New Order + backlog
- Costs: Inventory: 0,50\$/case/week  
Backlog: 1 \$ / case / week
- During the first 4 rounds all participants order just 4 cases afterwards orders can be placed freely

Lead-times exist for the reception of orders (1 week) and shipments of beer (2 weeks). However, lead-times are stable and do not vary. One week is equivalent to one round of the game. The overall task of the players is to minimize supply chain costs while fulfilling orders. At MIT's game board, players sit beside each other moving inventory and orders and recording inventory data on their record sheets (Sterman, 1984). The initial situation of the Beer Game before any movement has taken place is shown in Figure 1.



**Figure 1: Outset situation of MIT's Original Beer Game (game board) (System Dynamics Group 1998)**

As can be seen in the figure, before starting the game, all stages have 12 cases of inventory and the shipping delays are filled with 4 cases of “rolling stock”. Order slips contain orders of 4 cases for all stages in the supply chain.

### Procedure of the Game

The moderator will inform all players about the rules and make sure that these are kept (rules see paragraph 2.1). It is paramount that the rhythm of moving inventories and orders among all stages is in strict harmony otherwise chaos will break out quickly. The moderator should call out the week number after each round and control all movements. Initially the moderator informs the participants that the game will be played for 50 rounds but actually the game will be halted after 35 rounds. This is done to avoid horizon effects.

To guarantee a smooth flow of goods and orders the moderator has to make sure that the following steps are strictly executed and in the same rhythm among all 4 stages in the supply chain:

Step 1: Receive stock from “shipping delay” and “production delay”

Step 2: Look at “incoming orders” and fill them (fill also backlog if any)

Step 3: Write down your current inventory and backlog in the “record sheet” (backlog cumulative)

Step 4: Advance orders (“orders placed” move to “incoming orders”), Factory: Check “production request” and produce that beer (fill “production delay”)

Step 5: Place new orders (“orders placed”) and fill record sheet “your orders placed”;  
 Factory: orders placed = “production request”.

For the first few weeks (3-4 weeks) it is recommended to maintain orders constant at 4 units for all stages to keep the system in equilibrium. Afterwards orders can be placed freely. In one of the following weeks the demand will increase from 4 to 8 units and remain at this level till the end of the game.

(Based on System Dynamics Group 1998)

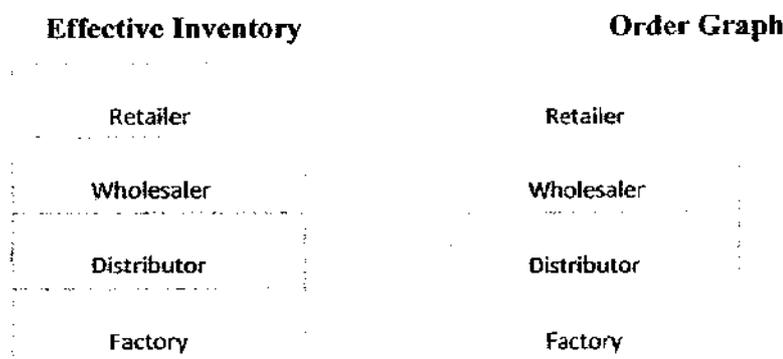
**After the Game – Preparing the Data for the Debriefing Session**

After the game has been played successfully, the data for the debriefing session needs to be prepared. To do so, the moderator will ask each stage/position (retailer, wholesaler etc.) to calculate their total inventory and stock-out cost on their respective record sheets. These costs are made up of inventory (0.50USD/case) and backlog costs (1 USD/case). In addition Order Graph Sheets, Effective Inventory Graph Sheets and Customer Order Graph Sheets will be distributed. The only stage that does not receive a Customer Order Graph Sheet is the Retailer. The retailer is still required to keep silent about the actual end-customer demand.

Players of each stage will now have to graph:

- their own orders week by week on their Order Graph Sheets, the factory graphs its own production request
- their own inventory week by week on their Effective Inventory Graph Sheets, Backlog will be graphed as negative inventory
- finally every stage except the retailer will graph what he/she thinks the actual end-customer demand looked like based on the experiences during the game

After this has been done, the moderator collects the data sheets and sends the players off for a break. During the break, the moderator will calculate the team costs and tape the charts together, which will be hung up as shown in Figure 2.

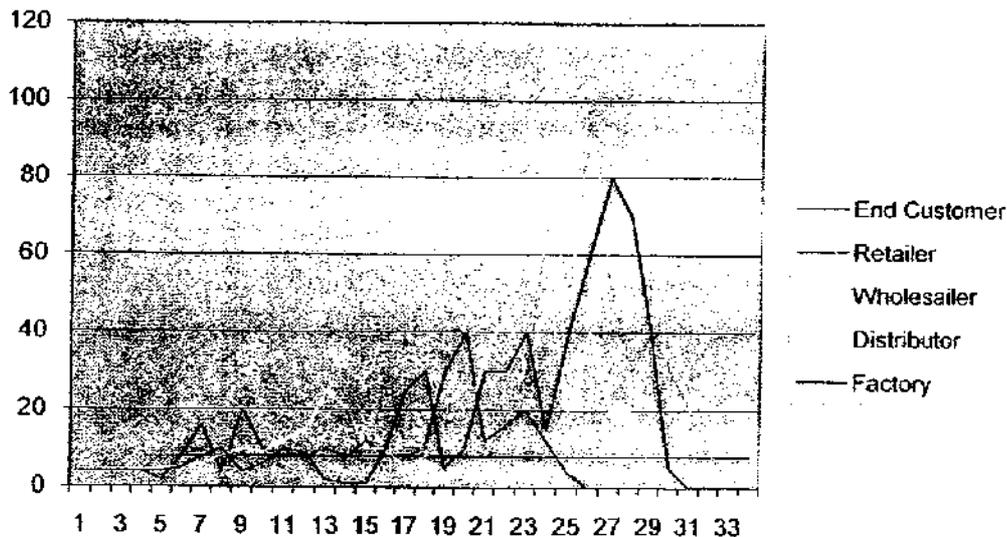


**Figure 2: Inventory and Order Graph Sheets (System Dynamics Group, 1998)**

## Debriefing

For the debriefing session the usage of the graphs is paramount but before this will be done a general feedback round amongst the participants should be undertaken. Participants can now express their feelings and impressions and release accumulated stress and tension. The feedback of the players gives a first impression about their ability to understand how the structure of the game determined the outcome.

During the analysis of the graphs, major attention must be paid to the fluctuations and changes between high inventories and stock-outs. The so called Bullwhip-Effect (Forrester 1961) can be seen by plotting the orders of the different stages as shown in figure 3. The participants should see the fluctuations by themselves ranging from very high orders to no orders at all and increasing upstream the supply chain. At this stage the pure perception of fluctuation is of interest and not yet, its source. Fluctuation is always there independent of the players' actions. Different people produce different patterns with regard to ordering and inventory but the overall outcome of fluctuation remains. That means the qualitative patterns are the same even though quantitative differences amongst individual players exist. But what is the source of the fluctuations?



**Figure 3: Graph of Order Distribution Showing the Bullwhip Effect**

To answer this question, another strong point must be made with the help of the customer order sheets where participants mapped the end-customer order profile according to their individual opinion. A big majority believes that end-customer demand was fluctuating and that these fluctuations were the result of external influences. It is proposed that the moderator draws actual end-customer demand into one of the graphs to show that in reality the fluctuations were internally driven and had no external cause. There was just one initial increase of end customer demand and

then it remained stable throughout the course of the game. That means, the system itself was capable of creating the distortions. If we want a different outcome the internal structure of the system needs to be changed. This is the overall message of the game: Structure produces behavior.

### **Modifications and Improvements of the Original MIT Production and Distribution Game**

#### **“Limitations” of the Original Version**

There is no doubt, the beer distribution game of MIT has been a major milestone in systems thinking and supply chain simulation. The model simplifies supply chain reality and by doing so, it provides an excellent learning point for systems understanding. However, the game has limitations to provide students with the insight how to better manage the supply chain (Kaminsky & Simchi-Levi 1998). Some other disadvantages are that students frequently have difficulty to understand the process of the game, which can lead to delays and confusion (Machuca et al 1993). Furthermore, the design has been criticized and some changes have been proposed with regard to the layout of the game board (Ossimitz et al 2002; Machuca et al 1993). Changes in these areas can reduce the time required for playing the game, increase accuracy and facilitate the overall work of the moderator and players.

Measures to improve the overall learning experience of the beer game were raised as well. Some authors proposed to change the initial assumptions and study impacts such as those of improved communication based on technological progress (Sparling 2002; Coakley et al 1998; Lara-Carrero & Bencosme 1993). Effects of lead time reduction were studied by Coakley et al (1998). Others have designed a “spreadsheet beer-like game” such as Tiger et al (2006). Some of these contributions to a better beer game will be discussed more in detail in the following sections.

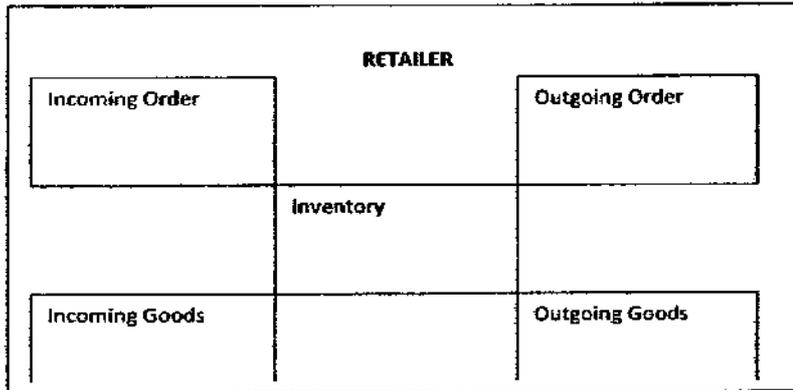
#### **Physical Modifications**

Machuca et al (1993) suggest some basic modifications of the beer game such as the introduction of chips of different colours and values. That means chips with a higher value than 1 such as 5, 10 and 20 are introduced. This facilitates counting and reduces the time required to play the game. Especially when orders have increased, time to count chips can be substantial and error frequency increases. In addition, it is proposed chips are not placed on the game board but kept in plastic tumblers, which ease the transfer between the stages and maintain discretion. Plastic tumblers are used also to hold the inventory at each stage in the supply chain and to transport the order slips. These measures safeguard the isolation of the stages and allow a quicker flow throughout the game (Machuca et al 1993).

Some disturbances in running the beer game can occur from the somewhat different stage of the beer factory. In order to standardize this position and avoid additional explanations to the players of this stage, Machuca et al (1993) suggest to

replacing the “production request” by “orders placed” and bringing it in line with the other positions. In addition, the block “production delay” will be named “incoming orders” to complete the standardization. Based on these modifications, it should be easier for the moderator to explain the game and to avoid breaks especially caused by the factory position.

In 2002, a team of lecturers of the University of Klagenfurt (Ossimitz et al 2002) built an expert team to improve the traditional beer game, the accuracy of the data generated and to reduce significantly the time required to play the game. One of the results is shown in figure 4.



**Figure 4: Alternative Layout: Example: Stage of the Retailer (Ossimitz et al 2002)**

The idea to cut the game board into pieces and separate the stages in the supply chain was already proposed by Machuca et al (1993) several years before. But there is a difference in the concept, while in the study of Machuca et al (1993) the players are still moving inventory and orders this is no longer their responsibility in the concept of Ossimitz et al (2002). Each stage of the supply chain has an own game board (as shown in figure 4) on a separate table. Moving inventory and orders to the down- or upstream supply chain partner was a frequent cause of confusion and is now the responsibility of a co-facilitator who acts as a transporter and courier (Ossimitz et al 2002).

**Table 1: Comparison of the steps proposed by Machuca et al (1993) and Ossimitz et al (2002)**

No	Steps of Machuca et al (1993)	Steps of Ossimitz et al (2002)
1	Move and receive inventory and orders	Receive inventory and record the data
2	Check order, record data, fill order according to Min (Orders to fill, available inventory)	Check order and record data
3	Move orders placed to incoming orders	Fill order according to Min (Orders to fill, available inventory)
4	Place new order and record data	Place new orders and record data

As can be seen in Table 1, the concepts are similar to each other except from step 1 and 3, which in the case of Machuca et al (1993) include the task for the players to move inventory (step 1) and orders (step 3). This involves a higher danger that inconsistencies and confusion occur.

Further improvement can be achieved with a suggestion by Sparling (2002) to arrange the tables in a vertical layout, placing the retailer in the front of the room and the factory in the very back. Assuming a shorter lead-time of 1 week for both order transfer and inventory shipments the following simplified layout can be achieved as shown in figure 5:

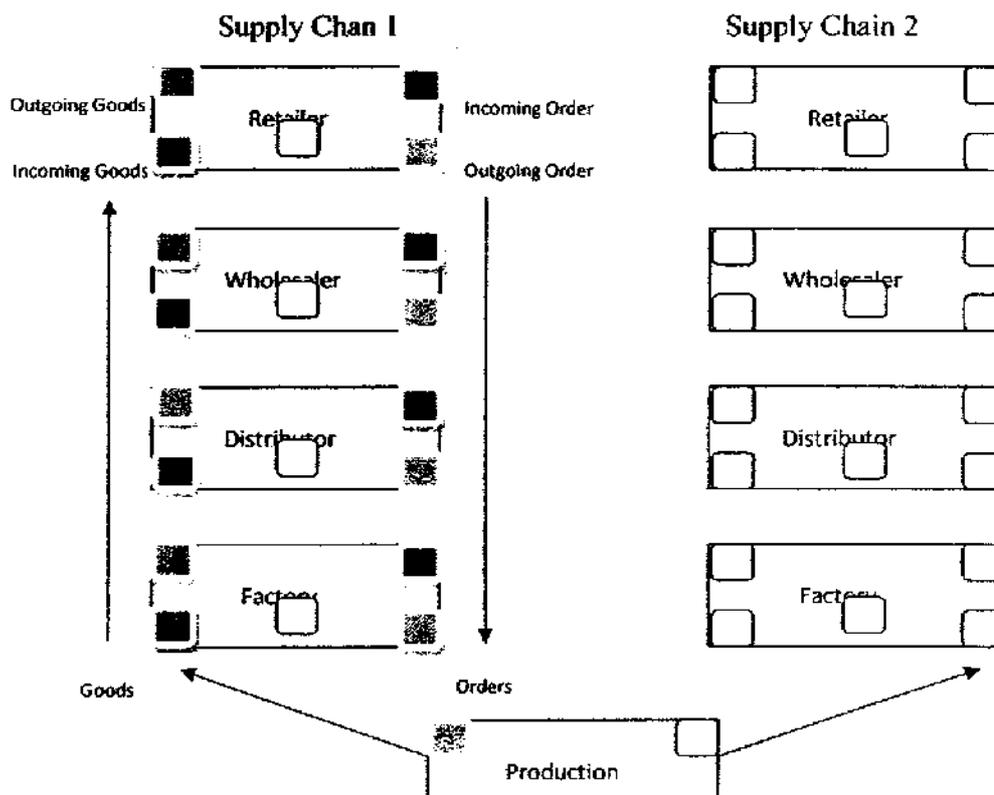


Figure 5: Optional Lay-out of the Beer Game (with two competing supply chains)

On the right side of the table column, inventory is shipped upwards from table to table while on the right side orders are transferred downwards. The isolation of the stages is maintained and the rhythm can be monitored easily, if the transfer of inventory and orders is done by a co-facilitator rather than by the players. The new layout suggests to applying the same changes to the factory position as illustrated by Machuca et al (1993) and Ossimitz et al (2002) except “Orders Placed” will be called “Outgoing Orders”. All information is at best directly put into an Excel spreadsheet of a laptop for each individual stage (Riemer 2008), which reduces the time required at the end of the game to prepare the data and graphs for the debriefing session.

However, with regard to the shipping delays, it may be better to maintain these (see layout Ossimitz et al 2002) at two periods as the length of lead-time is a major cause of the bullwhip effect (Simchi-Levy et al 2008). As an alternative, a reduction of lead-times as a modification can be undertaken and its influence on the game results (bullwhip effect) can be studied. Further modifications will be discussed in the following paragraph.

### **Modification of Assumptions and Rules**

The assumptions of the original beer game version such as stable lead-times, unlimited supplies or complete isolation between supply chain members does not necessarily meet reality but it is necessary to facilitate, especially for newcomers, a basic understanding of systems behavior. In the beer game an extreme supply chain case is modeled. The assumptions made reduce complexity, which normally characterizes supply chains. Under these simplified conditions the driving force of systems events can be analysed and understood. System thinking is the mental effort to uncover endogenous sources of system behavior (Richardson 2006) and this is what a successful beer game workshop should make clear to every participant: the rules and the structure of the supply chain led to fluctuations not external sources such as end-customer demand. But not enough, the beer game provides also an excellent example to study the effect of changes in initial assumptions and their outcomes. The most logical and apparent change is certainly to allow free communication between supply chain partners as done by Lara-Carrero and Bencosme (1993) who played the Beer Game with MBA students up to round 24 in its original way and then introduced one single change: free communication among participants. The rest of the structure such as lead times remained intact. This approach exposes the students to two diametrically different situations: First, no communication and second, free communication. The value of information sharing and the effect of visibility of end-customer demand (Martin Christopher 1998) can be felt directly by the students. Lara-Carrero and Bencosme (1993) inform about lively discussions that emerged among students and the positive effects the change in structure had on the behavior of participants, which led to a reduction of the bullwhip effect. However, knowledge of end-customer demand throughout the game among all supply chain partners does not necessarily guarantee that fluctuations disappear. This is due to the players' lack of understanding of the delays and the stock and flow structure of the beer game as explained in Dogan and Sterman's article "When less leads to more: Phantom Ordering in the Beer Game". Apparently, there are more learning experiences in the beer game than playing it once would make accessible.

Another example is provided by Sparling (2002). He takes his students even further on the supply chain challenge: Although his students still have to experience the management of an inefficient supply chain based on the traditional beer game, he makes the next logical step and exposes them to the challenge of working through solutions to the problems. His students need to design a more efficient supply chain with the help of a computerized version of the beer game and Excel spreadsheets.

Haartveit and Fjeld (2002) used the beer game to model a wood supply chain. These authors changed the initial assumption of unlimited resources and designed a model where different supply chains compete for the limited wood resources of a forest. This simulation takes the spirit of the beer game in another direction and focuses on a common problem, limited resources. The situation is simulated by 3 supply chains, which compete for the same supply source. The complexity of this simulation is far higher because it involves 3 supply chains, different products and optional more frequent variation in demand. In addition, the factor transport cost of supplies varies according to the distance of shipment.

### Conclusions

The Beer Game has had great success in systems simulation and supply chain management. During the almost 50 years of its existence a "revolution" in logistics and supply chain management has happened. Education in supply chain management has to adapt to these changes, which could mean the beer game needs to adapt as well. Many authors have undertaken efforts to up-date and improve the beer game and future up-dates are certainly more likely to generate success if they take place in a computer based version of the beer game. However, as has been shown in the paragraphs above, some major changes to the original beer game can improve some of its limitations such as time required and errors. Additional data can be captured and assumptions and rules can be modified as well. This allows enhanced learning without switching to a computer based version of this interesting supply chain simulation.

### References:

Christopher M (1998), *Logistics and Supply Chain Management*, Prentice Hall, London.

Coakley JR, Drexler JA, Larson EW, Kircher AE (1998), Using a computer-based version of the beer game: Lessons learnt, *Journal of Management Education*, June 1998, 22, 3, pp. 416-420.

Dogan G, Serman J, "When less leads to more: Phantom Ordering in the Beer Game", MIT Sloan School of Management, Massachusetts.

Forrester JW (1961), *Industrial Dynamics*. Cambridge, MA: MIT Press.

Forrester J W (1958), *Industrial Dynamics: A Major Breakthrough for Decision Makers*. *Harvard Business Review*, 36(4), July/August, 37-66.

Lara-Carrero L & Bencosme A (1993), *New Barrels for Old Beer: The Beer Game as a Learning Organisation*, Instituto de Estudios Superiores, Carracas, Venezuela.

Machuca J, Machuca M, Maresca A (1993), *Some Modifications Introduced to Improve the Beer Game*, Universidad de Sevilla, Sevilla, Spain.

- MacNeil-Lehrer Report, (1989), *Risky Business - Business Cycles*, Video, Public Broadcasting System, aired 23 October 1989.
- Montreuil B, Brotherton E, Glardon R, Yoo MJ, Elamiri Y, Borter AS, Morneau A, Naciri S, Jermann P (2008), Experiences in Using the XBeerGame Virtual Gaming for Learning Supply Chain Management, Centre Interuniversitaire de Recherche Sur Les Reseaux D'Entreprise, University of Montreal.
- Ossimitz G, Zoltan M, Kreisler B (2002), Simulation von Supply Chain Management Systemen, Universitaet Klagenfurt, Institut fuer Mathematik.
- Richardson GP (2006), Dynamic Complexity, 50<sup>th</sup> Annual Meeting of the International Society of Systems Science, University of Albany Juli 2006.
- Riemer K (2008), The Beer Game in Business to Business E-Commerce Courses – A Teaching Report, 21<sup>st</sup> Bled eConference, June 15-18 Bled, Slovenia.
- Senge P (1990), *The Fifth Discipline*. New York: Doubleday.
- Simchi-Levi D, Kaminsky P., Simchi-Levy E (2008), Designing and Managing the Supply Chain, 3<sup>rd</sup> Edition, MacGraw-Hill, Boston.
- Simchi-Levy D & Kaminsky P (1998), A New Computerized Beer Game: A Toff for Teaching the Value of Integrated Supply Chain Management, Northwestern University, Evanston.
- Sparling D (2002), Teaching Tools – the Beer Game: Simulations and Supply Chains: Strategies for Teaching Supply Chain Management, Supply Chain Management: An International Journal, Volume 7, No. 5, pp. 334-342.
- Sterman J (1984), Instructions for Running the Beer Distribution Game, URL: <http://www.solonline.org/pratool/beer.html>
- System Dynamics Society (May 1998), Instructions for Running the Production-Distribution Game “The Beer Game”, System Dynamics Society, University at Albany.
- Tiger AA, Renco DC, Fogle C (2006), Teaching the Importance of Information, Supply Chain Management, and Modelling: The Spreadsheet Beer-Like Game, Issues in Informations Systems, Vol. VII, No. 1, pp. 108-113.

## COMPETITION ANALYSIS ON LOGISTIC DELIVERY SERVICE WITH LOGIT BINER METHODE BETWEEN PT. POS AND OTHER DELIVERY SERVICE COMPANY ( PT. TIKI )

Suntoro

Politeknik Pos Indonesia, Bandung,  
Jl. Sariosih No. 54 Bandung Telp.(022) 2009562 Fax(022) 2009568  
[toro\\_2000@yahoo.com](mailto:toro_2000@yahoo.com)  
Jurusan Logistik Bisnis, Politeknik Pos Indonesia

### Abstrak

*Package delivery service is a delivery service business on goods that has many competitors in carrying out. Therefore, the income of company especially package delivery service tends to decrease, it happens to PT. Pos, due to the increase of the competitors on these services, it can be predicted that the competition will go up and in turn it will change the map of demanding. These change force delivery services companies to change also, otherwise they will collapse, otherwise they will collapse as customers play importance roles.*

*This study aims to find out some variables, which play the dominant issue in influencing the competition among them. This issue indicates how important to understand customers' behaviors in selecting package delivery services by making a kind of model. The model in this study employs disaggregate through stated preference by using Logit Biner.*

*The model is made determining some independent variables which has influence and strong relationship, those are, time, accuracy and safe delivery. These variables will combine to become some alternative models, and the best will be gained after testing through statistic test.*

$$P_{(Pos)} = e^{0.215 + 0.7961 * \Delta W + 0.09907 * \Delta T + 0.171 * \Delta K}$$

*The conclusion of this analysis on customers' behavior in selecting delivery service is the need of changing some services variables on customers. There are time ( W ), accuracy ( T ), and safe ( K ). Thus, the improvement of these changing is able to increase the selecting probability customers to PT. Pos in order to play the important role in global market.*

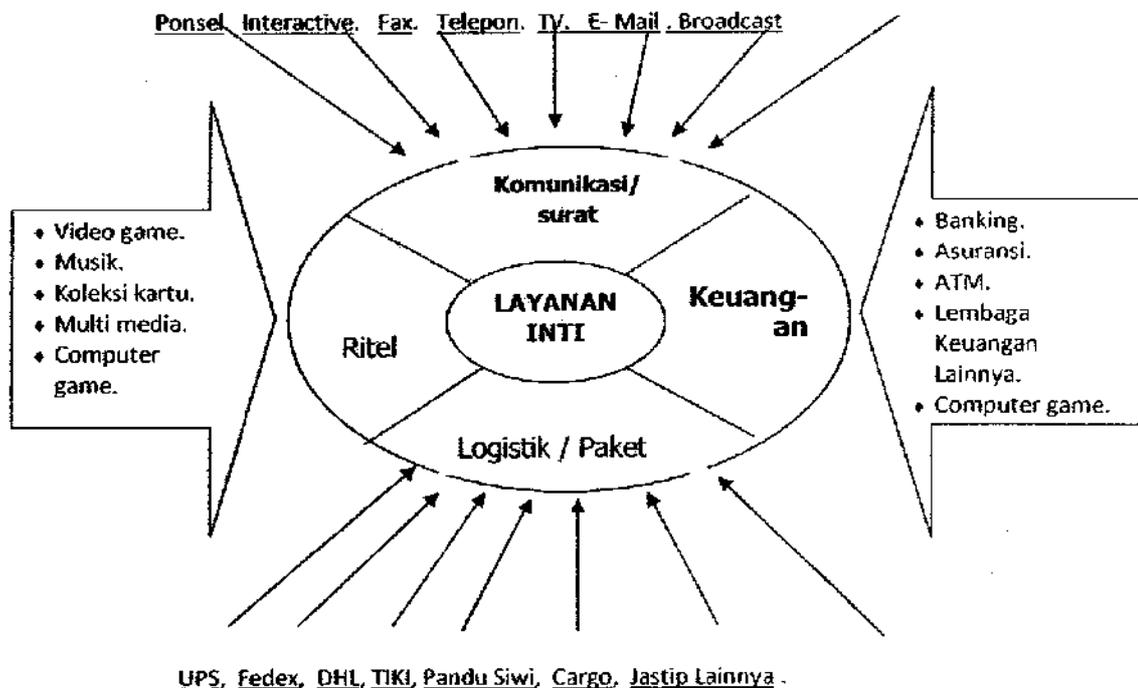
## PENDAHULUAN

### Latar Belakang Penelitian

PT Pos Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang jasa yang pada hakekatnya merupakan unit ekonomi. Sebagai unit ekonomi PT Pos Indonesia

bertanggung jawab untuk menciptakan kekayaan. Kemampuan menciptakan kekayaan inilah yang akan menjadikan PT Pos Indonesia mampu bertahan, tumbuh, dan bernilai tambah bagi lingkungan sosialnya. Namun dalam lingkungan bisnis yang kompetitif PT Pos Indonesia tidak hanya menciptakan kekayaan melainkan harus mampu melipat gandakan kekayaan.

Sumber daya organisasi yang digunakan dalam unit ekonomi harus dikelola dengan tujuan *making money* ( melipat gandakan kekayaan ) dan bukan *spend money* ( membelajakan uang ). Pengaruh teknologi informasi adalah salah satu yang dapat menyebabkan konsumen menjadi seorang *Informationalised* yaitu seorang konsumen yang punya banyak pilihan. Konsumen dapat melakukan pemilihan terhadap barang dan jasa yang akan dibeli atau digunakan. Ini tentunya disebabkan oleh akses ke informasi yang semakin “ mudah”, “ murah “, dan “ cepat “, dengan semakin *well – informed*. Maka akan menimbulkan *bargaining power* konsumen yang semakin meningkat. Revolusi teknologi telekomunikasi – informasi merupakan perubahan lingkungan bisnis yang memiliki dampak paling hebat bagi keseluruhan bisnis dan aktivitas layanan di PT Pos, sehingga PT Pos ikut merubah strategis dengan cara restrukturisasi, salah satunya adalah restrukturisasi Bisnis Pos.



Gambar 1. Potret Persaingan Bisnis Pos

Di lain pihak *brand image* dari masyarakat akan produk paket kurang begitu baik, padahal produk ini merupakan *cash cow* perusahaan membuat PT Pos berusaha keras mempertahankan produk ini. Untuk mempertahankan produk ini PT Pos harus memperhatikan kepuasan konsumen. Hal ini diatarbelakangi *image* pada masyarakat yang semakin memudar yang diakibatkan oleh beberapa hal. *Pertama*, selama bertahun tahun PT Pos dipersepsikan sebagai lembaga pemerintah yang sarat dengan budaya dan pola kerja birokratis, tentu saja seperti layaknya badan pemerintah lainnya – dengan *output* layanan yang buruk dan tidak efisien. *Kedua*, kualitas layanan Pos yang kurang memuaskan dimasa – masa lalu, yang akhirnya memunculkan persepsi kualitas ( *perceived quality* ) layanan yang rendah. Persepsi kualitas yang sudah terlanjur memburuk inilah yang menjadi sebab mengapa layanan – layanan Pos tetap saja dipersepsikan rendah walaupun belakangan / saat ini kualitas layanan Pos telah membaik tak kalah dengan perjastip ( perusahaan Titipan ) lain. Persepsi kualitas yang rendah ini terutama sangat dominan dikalangan konsumen bisnis . sehingga tak heran jika kontribusi pendapatan Pos dari segmen paket makin lama makin turun dan sangat rendah, padahal sejak lama PT Pos mengandalkan segmen individual ini. *Ketiga*, karena umumnya produk dan layanan Pos kurang sesuai dan tidak mampu mengikuti berbagai kebutuhan dan keinginan konsumen. *Keempat*, kebiasaan mengandalkan monopoli sehingga kurang begitu cermat untuk mengantisipasi persaingan yang begitu sensitif, sehingga variabel atau dimensi pelayanan yang diberikan oleh pesaing – pesaing seperti; mutu produk, penyesuaian tarif, waktu tempuh, keamanan, kemudahan pelayanan secara khusus sesuai dengan kebutuhan khusus kastemer, diatas PT Pos Indonesia.

### Rumusan Masalah

Dengan fenomena diatas perlu kiranya PT Pos Indonesia mengubah dan menambah alat ukur kinerja yang selama ini hanya menggunakan Model statistik ( Sistem Pembilangan dan Penelitian struktur kilat khusus dan paket Pos yang diposkan di kantor pelayanan ) yang hanya memberi masukan data segmentasi yang nantinya sebagai bahan penentuan tarif dengan metode lain yang dapat memberikan informasi kepuasan konsumen.

Informasi tadi bisa dijadikan bahan masukan untuk meningkatkan kualitas jasa produk sekaligus membantu mendefinisikan variabel - variabel apa saja yang sangat mempengaruhi pemilihan konsumen terhadap produk yang ditawarkan. variabel - variabel tadi dapat diimplementasikan dengan metode *Logit biner* atau metode - metode lainnya ke variabel teknik sehingga dapat segera diketahui variabel mana yang perlu dievaluasi atau diperbaiki dengan segera. Setelah dilakukan evaluasi maka dapat diketahui atau diprediksi proses variabel mana yang menjadi penyebab gejala tadi, sehingga dapat dilakukan *business process improvement*.

Dengan demikian penelitian ini diharapkan dapat menjawab *research question* sebagai berikut;

1. Bagaimana bentuk model permintaan jasa pengiriman paket
2. Variabel apa yang paling dominan untuk mempengaruhi permintaan jasa paket.
3. Berapa persen probabilitas perpindahan konsumen yang diakibatkan variabel dalam model.

### **Tinjauan Pustaka**

Pada garis besarnya setiap perekonomian terdiri dari tiga kelompok ekonomi yaitu *konsumen, produsen dan pemilik faktor produksi*. Sebagai faktor produksi menyediakan input - input untuk digunakan dalam suatu proses produksi, sebagai imbalannya pemilik faktor produksi menerima penghasilan, penghasilan inilah memungkinkan mereka berfungsi juga sebagai konsumen.

Transportasi diartikan sebagai pergerakan atau perpindahan orang dan barang dari tempat asal kegiatan transportasi dimulai, ke tempat tujuan yaitu tempat kegiatan transportasi diakhiri, dalam jangkauan jarak tertentu menurut jenis atau moda angkutannya. Transportasi dilakukan karena nilai yang diangkut tersebut akan lebih tinggi ke tempat tujuan dari pada di tempat asalnya. Karena itu dikatakan transportasi memberikan nilai kepada suatu yang diangkut. Nilai itu lebih besar dari biaya-biaya yang dikeluarkan untuk pengangkutan tersebut. Nilai yang diberikan oleh kegiatan transportasi adalah nilai tempat (*Place utility*) dan nilai waktu (*time utility*). Kedua nilai ini diperoleh jika sesuatu yang telah diangkut ketempat dimana nilainya lebih tinggi dan dapat dimanfaatkan tepat pada waktunya (Edward, K Morlok, 1978).

### **Demand**

Pada permintaan jasa titipan paket terlihat bahwa banyaknya permintaan akan berbeda pada tingkat pelayanan yang berbeda sehingga dapat disimpulkan bahwa banyaknya permintaan akan jasa titipan tidaklah mencerminkan jumlah permintaan yang sebenarnya. Hal ini relevan dengan proses pengambilan keputusan pergerakan dari lokasi  $i$  ke lokasi  $j$  yang hanya terjadi jika  $U_j > Z_{jj}$ .  $Z_{jj}$  adalah pengorbanan yang harus dikeluarkan. Berhubung  $u$  dan  $z$  bukan nilai konstan melainkan nilai yang dapat berubah (variabel bebas), maka perbandingan nilai  $U$  dan  $Z$  dapat berubah berbentuk lebih kecil ( $U < Z$ ), sama besar ( $U = Z$ ), ataupun lebih besar ( $U > Z$ ). Jadi disamping permintaan nyata (actual demand) yang dicerminkan oleh banyaknya permintaan terdapat juga permintaan potensial (potensial demand) yang sewaktu - waktu dapat berubah menjadi nyata, yakni bila seseorang menilai kondisi  $U > Z$  telah terjadi.

Terjadinya kondisi  $U > Z$  tergantung penilaian seseorang, bervariasi menurut maksud tujuan, waktu, tingkat pelayanan, dan lain-lain. Ini disebabkan oleh kriteria penilaian (preferensi) seseorang yang berbeda dengan orang lain. Karenanya perlu dipelajari beberapa dimensi permintaan jasa titipan paket.

#### **Perilaku Pemilihan moda**

Konsumen biasanya dihadapkan pada beberapa alternatif sebuah penawaran yang paling menonjol dari produk jasa atau moda angkutan yang akan digunakan oleh konsumen dalam melakukan perjalanan atau pengiriman barang. Dalam menelaah perilaku perjalanan, Gleave (1991) membedakan antara elemen - elemen yang bersifat eksternal seperti seperti; persepsi, sikap, dan preferensi. Proses yang mendasari perilaku konsumen untuk pemilihan ini ditunjukkan pada gambar dibawah. Bila pelaku telah mencapai tahap keputusan untuk menentukan pilihan, maka ada beberapa tahap lagi yang harus dilaluinya, Manheim (1979) dalam pemilihan moda yang akan digunakannya, yakni :

- ♦ Formulasi preferensi secara eksplisit.
- ♦ Identifikasi secara alternatif.
- ♦ Pemahaman karakteristik setiap alternatif pada setiap atribut.

Hasil dari proses tahapan diatas berupa pilihan pada satu alternatif, dalam hal ini adalah produk jasa yang akan digunakan dalam melakukan perjalanan.

#### **Fungsi Utilitas.**

Untuk merumuskan perilaku individu dalam memilih moda untuk mengirimkan barang dari Bandung ke seluruh Indonesia dapat dilakukan beberapa pendekatan sebagai berikut:

**Pendekatan Disagregat Deterministik.**

Pendekatan ini mempunyai syarat-syarat antara lain

- Pemakai (user). mampu mengidentifikasi semua alternatif yang ada.
- Pemakai mampu mengidentifikasi semua atribut yang ada pada setiap alternatif.
- Pemakai mampu merumuskan persepsi dan preferensi tentang atribut-atribut secara eksplisit.
- Pemakai mampu menggunakan semua informasi diatas untuk mengambil keputusan.

Berikut adalah bentuk persamaan utilitas

$$U = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3$$

Dimana : U = Nilai Utilitas dari moda

$x_1$  = Variabel yang menyatakan biaya

$x_2$  = Variabel yang menyatakan waktu kiriman

$x_3$  = Variabel yang menyatakan keterlambatan

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$  = Parameter fungsi utilitas untuk masing - masin variable

Contoh penggunaan model diatas untuk dua jenis moda adalah sebagai berikut (Manheim, hal 72-75):

Karakteristik moda yang berkompetisi

	K. Api	Truk
Ongkos	\$ 4 / ton	\$ 5 / ton
In-vehicle time	2,5 hari	2 hari
Excess time	1 hari	0,3 hari

Bila seorang pengguna jasa memberikan pembobotan untuk masing-masing variabel sebagai berikut :  $a = -2$ ,  $b = -4$ ,  $c = -1$ , maka nilai utilitas untuk kedua moda adalah sebagai berikut :

$$U_{KA} = (-2 \times 2,5) + (-4 \times 1) + (-1 \times 4) = -13 \text{ (utilitas negatif)}$$

$$U_{TR} = (-2 \times 2) + (4 \times 0,3) + (-1 \times 5) = -10,2 \text{ (utilitas negatif)}$$

Nilai utilitas kedua moda adalah negatif ini berarti bahwa kedua moda mempunyai nilai yang rugi (bukan nilai guna). Dengan pertimbangan ketiga variabel diatas dalam hal ini user akan memilih truk yang mempunyai nilai lebih rendah.

**Pendekatan Disagregat dengan Unsur Stokastik.**

Pendekatan diatas kurang operasional atau terlalu teoritis, karena manusia mempunyai keterbatasan kemampuan untuk mengumpulkan informasi secara lengkap baik untuk alternatif moda maupun atributnya. Untuk mengatasinya diperlukan unsur error atau unsur residual yang bersifat random (stokastik). Maka untuk mendapatkan model pilihan yang cukup sempurna diperlukan suatu fungsi pemilihan yang mengandung fungsi random dan dapat memberikan nilai yang berbeda pada probabilitas tertentu, dikarenakan tiap orang mempunyai nilai yang berbeda pada situasi yang sama maupun situasi yang berbeda. Adapun model yang tepat untuk pendekatan stokastik yaitu:

$$U_{in} = V_{in} + E_{in} \dots\dots\dots$$

Dimana :

$U_{in}$  = Utilitas alternatif  $i$  bagi pembuat keputusan  $n$

$E_{in}$  = Kesalahan acak atau komponen stokastik dan fungsi distribusi tertentu

$V_{in}$  = Fungsi deterministik (komponen sistematik) utilitas moda  $i$  bagi individu  $n$

**Pemodelan.**

Bentuk fungsi distribusi dari  $\epsilon_{in}$  ini yang akan membentuk bangun dari model pemilihan stokastik tersebut. Aplikasi yang paling umum dari model tersebut adalah : Model Logit, yang dapat diuraikan sebagai berikut:

**Model Logit.**

Menurut Akiva (1985: 71) bahwa pada model probit, persamaan model secara logika dan intuitif dapat dipertanggung-jawabkan. Namun bentuk persamaan matematis yang menggunakan perumusan integral untuk memperoleh probabilitas pemilihan pada kenyataannya agak sulit dan kurang operasional. Oleh karena itu terdapat model lain, yaitu model Logit, untuk kasus pemilihan 2 alternatif disebut model Logit Biner. Model ini merupakan model pemilihan yang menggambarkan probabilitas seseorang dalam memilih suatu alternatif. Asumsi dasar dalam model probabilitas pemilihannya adalah bahwa :  $\varepsilon_n = \varepsilon_{jn} - \varepsilon_{in}$  akan bersifat bebas dan terdistribusi secara identik (*Independent and Indentically Distributed*) menurut distribusi logistik atau Gumbel, yaitu sebagai berikut :

$$F(\varepsilon_n) = \frac{1}{(1 + e^{-\mu\varepsilon_n})} \quad \mu > 0, \quad -\infty < \varepsilon_n < \infty$$

di mana  $\mu$  merupakan skala parameter positif dan diasumsikan besarnya sama dengan 1 (satu), bentuk distribusi ini sebenarnya mirip dengan distribusi normal.

Dengan asumsi  $\varepsilon_n$  terdistribusi secara logistik maka probabilitas individu n memilih moda i dapat dirumuskan dalam suatu persamaan (Akiva, 1985) :

$$P_n(i) = \text{Prob.}(U_{in} \geq U_{jn})$$

**DENGAN ASUMSI  $V_{IN}$  DAN  $V_{jN}$  LINIER DALAM PARAMETER, MAKA PERSAMAAN DI ATAS DAPAT DITULIS DALAM BENTUK PERSAMAAN BERIKUT :**

$$P_N(i) = \frac{1}{1 + e^{-Z}}$$

**DI MANA Z MERUPAKAN KOMBINASI LINIER :**

$$Z = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_3 X_3 + \dots + B_k X_k$$

Dan probabilitas tidak terjadinya suatu kejadian adalah:

$$\text{Prob } P_n(j) = 1 - P_n(i)$$

**Kalibrasi Model Logit.**

Selanjutnya model ini dapat digunakan untuk pilihan jasa PT. Pos Indonesia dan Perusahaan Jasa lainnya ( Tiki ) dengan variabel bebas Biaya, Waktu Tempuh, Ketepatan, Keamanan, Kenyamanan, Kemudahan dan dapat dianalogikan dengan rumus diatas dijabarkan sebagai berikut;

$$\ln P(i) / P(j) = \ln e^{\beta(C1-C2) + \beta(W1-W2) + \beta(T1-T2) + \beta(K1-K2) + \beta(Y1-Y2) + \beta(D1-D2) \dots}$$

Untuk mengetahui bagaimana pengguna jasa Pengiriman Paket mengambil keputusan akan menggunakan PT. Pos atau menggunakan yang lain ( Tiki ), maka dalam studi ini akan digunakan “ Multi Regresi Logit Biner “ sebagai berikut :

$$\frac{P(Pos)}{P(Tiki)} = e^{\beta_0 + \beta_1(C_1 - C_2) + \beta_2(W_1 - W_2) + \beta_3(T_1 - T_2) + \beta_4(K_1 - K_2) + \beta_5(Y_1 - Y_2) + \beta_6(D_1 - D_2)}$$

**Elastisitas Pilihan .**

Elastisitas didefinisikan sebagai besarnya persentase perubahan dari variabel tidak bebas untuk setiap 1 % perubahan nilai variabel bebas ( Manheim, 1979 ). Hal tersebut dicontohkan dalam bentuk persamaan sebagai berikut;

$$V = f(x)$$

$$Ex(V) = \frac{\partial V}{\partial x} \cdot \frac{x}{V}$$

Dimana :

V = Volume.

X = Servis atau variabel sistem aktivitas.

$E_x (v) =$  Elastisitas dari volume terhadap  $x$ .

rumus elastisitas :

$$E_{x_j m_i} (j) = \beta_{j m_i} \cdot P_{j i} (1 - P_{j i}) * \frac{X_{j m_i}}{P_{j i}}$$

$$= \beta_{j m_i} \cdot X_{j m_i} (1 - P_{j i})$$

Berkaitan dengan kasus dalam penelitian ini maka didapat rumus elastisitas langsung adalah :

$$E_{x n P o s} (P o s) = a_n \{X_{n p o s} \cdot (1 - P_{p o s})\}$$

Dengan kata lain :

$$E_{x n P o s} (P o s) = a_n \{X_{n (p o s)} \cdot (1 - P_{p o s})\} \quad \text{elastisitas langsung}$$

$$E_{x n P o s} (P o s) = - a_n \{X_{n (p o s)} \cdot P_{p o s}\} \quad \text{elastisitas silang.}$$

#### Parameter Utilitas Jasa.

Dalam menentukan tingkat kepuasan para calon pengguna jasa pengiriman paket dengan menggunakan PT Pos dan Titipan Kilat ( Tiki ) dengan model fungsi utilitas masing-masing moda dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$U_{P o s} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \varepsilon$$

$$U_{T i k i} = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \varepsilon$$

Dimana :

$U_{P o s} + U_{T i k i} =$  Tingkat kepuasan pengguna jasa terhadap masing - masing moda.

$\beta_0$  = Konstanta

$\beta_1$  s / d  $\beta_6$  = Parameter (koefisien regresi)

$\varepsilon$  = Variabel random mengikuti distribusi tertentu

$X_1, X_2, \dots, X_6$  = Variabel – variabel bebas yang mempengaruhi tingkat kepuasan dan peluang moda tertentu untuk dipilih.

Parameter Utilitas Jasa.

Parameter	Utilitas PT Pos Indonesia	Utilitas PT. Tiki
$\beta_1$	Total Biaya / Ongkos pengiriman Paket dari tempat asal sampai ke tempat tujuan.	Total Biaya / Ongkos pengiriman Paket dari tempat asal sampai ke tempat tujuan.
$\beta_2$	Total waktu erjalanan ( waktu tempu pengiriman paket dari tempat pengiriman sampai ketempat tujuan sipengirim )	Total waktu perjalanan ( waktu tempu pengiriman paket dari tempat pengiriman sampai ketempat tujuan sipengirim )
$\beta_3$	Ketepatan waktu tempu kiriman paket sampai ke tujuan ( sipengirim ).	Ketepatan waktu tempu kiriman paket sampai ke tujuan ( sipengirim )
$\beta_4$	Resiko akan kehilangan dan kerusakan kiriman paket	Resiko akan kehilangan dan kerusakan kiriman paket
$\beta_5$	Kenyamanan terhadap tempat pelayanan pada waktu antri dan Pelayanan petugas loket pada saat dilayani	Kenyamanan terhadap tempat pelayanan pada waktu antri dan Pelayanan petugas loket pada saat dilayani
$\beta_6$	Kemudahan untuk mendapatkan informasi dan Kemudahan untuk akses / menuju ke kantor pelayanan tentang aktivitas yang berhubungan dengan pengiriman paket	Kemudahan untuk mendapatkan informasi dan Kemudahan untuk akses / menuju ke kantor pelayanan tentang aktivitas yang berhubungan dengan pengiriman paket

**PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA**

Hasil proses korelasi menunjukkan bahwa terdapat empat variabel independen yang mempunyai hubungan sangat kuat terhadap variabel dependen, variabel tersebut adalah;

- Variabel biaya pengiriman paket ( C ) = - 0.732
- Variabel waktu tempuh paket ( W ) = 0.604

- Variabel ketepatan datangnya kiriman paket ( T ) = 0.882
- Variabel keamanan kiriman paket ( K ) = 0.943

**Uji Independensi Variabel Biaya.**

COEFFICIENTS

	Coefficients B	Stdrt. Err	T statistic	Sig
Constanta	-0.617	0.223	-2.764	0.006
C	-4.372E-02	0.010	-4.042	0.000

Kaidah keputusan tolak  $H_0$  jika  $\frac{b - \beta_0}{s_b} > t_{n-2,\alpha}$

maka  $t_{hit} < t_{tab}$  ( - 4.372 < 1.645 < 2.326 ) jadi  $H_0$  diterima ini berarti hubungan variabel biaya ( C ) tidak mempengaruhi secara linier terhadap variabel dependen.

**Uji Independensi Variabel Waktu tempuh.**

COEFFICIENTS

	Coefficients B	Stdrt. Err	T statistic	Sig
Constanta	-0.113	0.189	-0.598	0.550
W	0.7961	0.157	1.775	0.007

Kaidah keputusan tolak  $H_0$  jika  $\frac{b - \beta_0}{s_b} > t_{n-2,\alpha}$

maka  $t_{hit} > t_{tab}$  ( 5.070 > 2.326 > 1.645 ) jadi  $H_0$  ditolak ini berarti hubungan variabel waktu tempuh ( W ) mempengaruhi secara linier terhadap probabilitas pilihan jasa pengiriman paket ( variabel dependen ).

**Uji Independensi Variabel Ketepatan datangnya paket.**

COEFFICIENTS

	Coefficients B	Stdrt. Err	T statistic	Sig
Constanta	0.302	0.125	2.424	0.016
T	0.09907	0.016	4.998	0.000

Kaidah keputusan tolak  $H_0$  jika  $\frac{b - \beta_0}{s_b} > t_{n-2,\alpha}$

maka  $t_{hit} > t_{tab}$  ( $5.2142 > 2.326 > 1.645$ ) jadi  $H_0$  ditolak ini berarti hubungan variabel Ketepatan ( T ) mempengaruhi secara linier terhadap probabilitas pilihan jasa pengiriman paket ( variabel dependen ).

**Uji Independensi Variabel Keamanan paket.**

COEFFICIENTS

	Coefficients B	Stdrt. Err	T statistic	Sig
Constanta	0.264	0.119	2.210	0.028
K	0.171	0.049	6.203	0.000

Kaidah keputusan tolak  $H_0$  jika  $\frac{b - \beta_0}{s_b} > t_{n-2,\alpha}$

$t_{hit} = 0.171 - 0 / 0.049 = 3.489$   $t_{tab} 0.01 = 2.326$ .  $t_{tab} 0.05 = 1.645$ .

maka  $t_{hit} > t_{tab}$  ( $3.489 > 2.326 > 1.645$ ) jadi  $H_0$  ditolak ini berarti hubungan variabel Kamanan ( K ) mempengaruhi secara linier terhadap probabilitas pilihan jasa pengiriman paket ( variabel dependen ).

**Katagori Model.**

Untuk menentukan sebuah model dilakukan pemrosesan terhadap variabel – variabel yang digunakan sebagai dasar pembentukan sebuah model, melalui uji linieritas seperti diatas dan analisa regresi, maka alternatif model berdasarkan uji hipotesa pada masing masing variabel yang akan digunakan sebagai berikut:

1.  $(P_P / P_T) = e^{\beta_0 + \beta_1 * \Delta W}$ .
2.  $(P_P / P_T) = e^{\beta_0 + \beta_2 * \Delta T}$ .
3.  $(P_P / P_T) = e^{\beta_0 + \beta_3 * \Delta K}$ .
4.  $(P_P / P_T) = e^{\beta_0 + \beta_1 * \Delta W + \beta_2 * \Delta T}$ .
5.  $(P_P / P_T) = e^{\beta_0 + \beta_1 * \Delta W + \beta_3 * \Delta K}$ .
6.  $(P_P / P_T) = e^{\beta_0 + \beta_2 * \Delta T + \beta_3 * \Delta K}$ .
7.  $(P_P / P_T) = e^{\beta_0 + \beta_1 * \Delta W + \beta_2 * \Delta T + \beta_3 * \Delta K}$ .

**Pengujian Koefisien Regresi.**

- Untuk nilai  $\alpha = 0,05$  atau 5 %, dilakukan pada dua sisi ( df 288 )
- Jumlah observasi  $n > 120$ .
- Jumlah parameter  $k = 4$ , didapat nilai kritis = 1.645

**Uji t dua sisi ( df 288 ) perbandingan t hitung dan t table**

Alternatif model	T hitung			T tabel
	W	T	> K	
1	1.775			> 1.645
2		4.998		> 1.645
3			6.203	> 1.645
4	0.208	4.643		> 1.645

5	0.250		5.907	> 1.645
6		-1.447	3.817	< & > 1.645
7	2.324	4.512	6.440	> 1.645

Berdasarkan uji t variabel ( W ),( T ), ( K ) dinyatakan memegang peranan penting secara signifikan dalam pemilihan jasa pengiriman paket apabila  $t\text{-stats} > t\text{-kritis}$  atau  $t\text{-hitung} > t\text{-tabel}$ .

**Pembentukan Model.**

Dari analisa pengujian statistik diatas menunjukan bahwa alternatif model yang paling represtatif adalah alternatif 7 yaitu ;

$$P_{(Pos)} = e^{\beta_0 + \beta_1 \cdot \Delta W + \beta_2 \cdot \Delta T + \beta_3 \cdot \Delta K.}$$

**Elastisitas langsung**

$$E_{XnPos} (Pos) = a_n \{Xn_{(pos)} \cdot (1 - P_{pos})\}$$

$$E_{(Waktu)} (Pos) = 0.7961 \cdot (1.09633) \cdot (1 - 0.3077) = 0.2685$$

$$E_{(Tepat)} (Pos) = 0.09907 \cdot (-1.43119) \cdot (1 - 0.3077) = -0.0436$$

$$E_{(keamanan)} (Pos) = 0.107 \cdot (-1.26606) \cdot (1 - 0.3077) = -0.0416$$

**Elastisitas silang.**

$$E_{XnPos} (Pos) = - a_n \{Xn_{(pos)} \cdot P_{pos}\}$$

$$E_{(Waktu)} (Pos) = -(0.7961) \cdot (1.09633) \cdot 0.3077 = -0.6041$$

$$E_{(Tepat)} (Pos) = -(0.09907) \cdot (-1.43119) \cdot 0.3077 = 0.0981$$

$$E_{(keamanan)}(Pos) = -(0.107) * (-1.26606) \times 0.3077 = 0.0937$$

### Interpretasi Model.

Setelah mengalami reduksi dari beberapa variabel untuk mendapatkan variabel yang dianggap berpengaruh untuk sebuah model, maka ditetapkan model sebagai berikut;

$$P_{(Pos)} = e^{\beta_0 + \beta_1 * \Delta W + \beta_2 * \Delta T + \beta_3 * \Delta K}$$

Model yang didapat secara garis besar dapat diterjemahkan dengan memperhatikan tanda dan nilai koefisien dan konstanta model. Nilai konstanta pada model menunjukkan pengaruh dari karakteristik pilihan ataupun individu yang tidak diperhitungkan dalam fungsi selisih nilai utilitasnya, sehingga dengan demikian semakin kecil nilai konstanta maka model tersebut semakin baik. Nilai koefisien menggambarkan pengaruh kontribusi yang dihasilkan pada setiap variabelnya. Tanda negatif pada masing – masing nilai koefisien berarti sesuatu tersebut tidak menguntungkan bagi responden karena mengurangi besarnya selisih nilai utilitas.

Sebaliknya bila tanda positif yang ada maka sesuatu tersebut menguntungkan bagi responden karena selisih nilai utilitas menjadi bertambah besar. Dari model diatas yang diperoleh dapat diterjemahkan sebagai berikut;

1. Model ini adalah model yang mempunyai konstanta yang kecil yaitu 0.215. Hal ini menunjukkan bahwa jika tidak ada atribut pelayanan seperti selisih waktu tempuh, selisih ketepatan, selisih keamanan paket, antara kedua jasa, maka model ini sangat representatif. Dengan demikian apabila tidak diperhitungkan variabel pelayanan maka selisih nilai utilitas sebesar 0.215, relatif kecil.
2. Nilai *adjusted R<sup>2</sup>* untuk model ini adalah menunjukkan besarnya variasi dari selisih nilai utilitas antara kedua jasa yang dijelaskan oleh variasi dari variabel bebas. Dengan demikian Nilai *adjusted R<sup>2</sup>* pada model ini sekitar 80.68 % adalah variasi selisih nilai utilitas antara kedua jasa dapat dijelaskan oleh ketiga macam variabel pelayanan., sedangkan model yang menggunakan *R square* model yang terdiri dari dua variabel, namun demikian prinsip penggunaannya sama dilihat mana yang paling besar.

3. dari hasil F- test diketahui F hitung pada model sebesar 20.360 dengan tingkat signifikan 0.000 karena probabilitas ini lebih kecil dari 0.05. artinya bahwa model regresi tersebut dapat digunakan untuk mengetahui selisih nilai utilitas antara kedua jasa atau dengan kata lain semua variabel pelayanan yang diperhitungkan dalam penelitian ini secara bersama sama berpengaruh terhadap besarnya selisih nilai utilitas antara kedua jasa.
4. Memperhatikan tanda pada koefisien model dimana model tersebut adalah model selisih nilai utilitas jasa pengiriman paket antara Pos dan Tiki, apabila koefisien ada yang bertanda negatif dan positif, artinya bahwa apabila koefisien yang bertanda negatif menggambarkan variabel pelayanan tersebut tidak menguntungkan karena bernilai negatif. Dengan kata lain semakin besar nilai  $\Delta C$  ( biaya kiriman paket semakin mahal ) akan semakin kecil selisih utilitas kedua jasa, sehingga akan semakin kecil kemungkinan memilih Pos.

**Interprestaasi Nilai Elastisitas.**

Dalam interpretasikan nilai elastisitas pada kedua tabel dibawah ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

Elastisitas Langsung probabilitas memilih Pos terhadap atribut Pos

Variabel	Model
Waktu tempuh	0.2685
Ketepatan	-0.0436
Keamanan	-0.0416

Elastisitas Silang probabilitas memilih Tiki terhadap atribut Pos

Variabel	Model
Waktu tempuh	- 0.2629

Ketepatan	0.0436
Keamanan	0.0417

1. Pada elastisitas langsung seluruh model yang memiliki nilai mutlak elastis ( $E < -1$ ) lebih kecil dari  $-1$ , maka seluruh variabel pelayanan jasa Pos yang dipertimbangkan dalam semua model tersebut sensitif mempengaruhi pemilihan Tiki dibanding dengan Pos.
2. Nilai elastisitas langsung pada masing masing variabel pelayanan jasa Pos yang bernilai negatif menunjukkan bahwa probabilitas memilih Pos akan turun sebesar nilai elastisitas dibagi seratus pada masing masing variabel. Pada model ini untuk semua variabel kecuali variabel waktu tempuh yang mempunyai nilai positif yang artinya kedua variabel tersebut mempengaruhi meskipun kecil dalam pemilihan jasa, karena kedua variabel tersebut bersifat elastis.
3. Pada elastisitas silang model ini mempunyai nilai elastis lebih kecil dari 0 dan ada yang lebih besar atau mendekati 0 sehingga bisa ditarik kesimpulan bahwa elastisitas silang pada variabel tersebut ada yang bersifat sebagai substitusi apabila  $E \text{ silang} >> 0$ , dan ada variabel sebagai komplemen apabila  $E \text{ silang} << 0$ , dan ada variabel yang memang independen tanpa dipengaruhi oleh variabel lain apabila  $E \text{ silang}$  sama atau mendekati 0.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis serta bahasan yang telah disajikan, maka dapat ditarik kesimpulan atas hasil penelitian sebagai berikut;

### Kesimpulan.

- Model pemilihan jasa pengiriman paket antara PT.Pos dengan PT Tiki dibuat berdasarkan variabel – variabel yang dianggap oleh responden sebagai atribut yang mempunyai pengaruh dalam menentukan probabilitas pilihan jasa. Variabel tersebut meliputi, Biaya, Waktu tempuh, Ketepatan, Keamanan, Kenyamanan dan Kemudahan akses ke kantor pelayanan.

- Dalam model ini terdapat tiga variabel dari enam variabel yang dianggap berpengaruh, sehingga tiga variabel lainnya tidak masuk dalam model.
- Dari hasil estimasi parameter yang diperoleh, maka model Logit Biner dapat dirumuskan sebagai berikut;

$$P_{(Pos)} = e^{0.215 + 0.7961 * \Delta W + 0.09907 * \Delta T + 0.107 * \Delta K}$$

- Dari model didapat bahwa hipotesa yang menyatakan signifikansi antara variabel bebas dan variable tidak bebas dari koefisien regresi, diperoleh bahwa model tersebut adalah signifikan karena pada kolom signifikan adalah 0.000 atau probabilitas jauh dibawah 0.05, berarti  $H_0$  ditolak, atau koefisien regresi tersebut signifikan.
- Dengan memperhatikan nilai *t-stats* setiap variabel pelayanan pada model yang signifikan dalam mempengaruhi probabilitas pemilihan jasa pengiriman paket sebagai berikut;
  - Variabel pelayanan Waktu tempuh, Ketepatan datangnya paket dan Keamanan, sangat mempengaruhi probabilitas pemilihan jasa, karena dinyatakan dengan nilai *t- stats* lebih besar dari *t-kritis* sebesar 1.645 (*t- stats* > *t-kritis*).
- Dengan memperhatikan nilai *F-stats* pada model untuk menafsirkan pasar atau menilai probabilitas pilihan jasa pengiriman paket sebagai berikut;
  - Dengan *level of significant* ( $\alpha$ ) 5% ( 2.10 ) dan 1% ( 2.80 ), maka model dinyatakan dengan nilai F hitung lebih besar dari F tabel yaitu sebesar  $38.478 > 2.80 > 2.10$ .
- Dari model tersebut konstanta sebesar 0.215 ini menyatakan bahwa apabila tidak ada variabel pelayanan, seperti selisih waktu tempuh dan lain lainnya maka probabilitas pilihan jasa pengiriman paket sebesar 21.5 persen.
- Variabel yang sangat mempengaruhi pilihan jasa pengiriman paket untuk model adalah variabel yang mempunyai nilai positif sebagai berikut;
  - Waktu tempu ( W ) dengan koefisien regresi 0.7691, ketepatan waktu datangnya paket ( T ) dengan koefisien regresi 0.09907, keamanan paket ( K ) dengan koefisien regresi 0.171,
- Semua variabel yang mempunyai nilai positif diatas menunjukkan bahwa meningkatnya variabel – variabel pada persamaan utilitas akan meningkatkan

pula utilitas jasa yang pada akhirnya akan mempengaruhi probabilitas pemilihan jasa pengiriman paket.

- Memperhatikan nilai elastisitas model terhadap setiap variabel pelayanan jasa PT Pos dapat disimpulkan sebagai berikut;
  - Pada elastisitas langsung seluruh model yang memiliki nilai mutlak elastis ( $E < -1$ ) lebih kecil dari  $-1$ , maka seluruh variabel pelayanan jasa Pos tersebut sensitif mempengaruhi pemilihan Tiki dibanding dengan Pos.
  - Nilai elastisitas langsung pada masing masing variabel pelayanan jasa Pos yang bernilai negatif menunjukkan bahwa probabilitas memilih Pos akan turun sebesar nilai elastisitas, artinya jika perubahan nilai setiap variabel pelayanan pada PT Pos lebih besar maka akan mengurangi probabilitas memilih Pos dan justru akan memperbesar probabilitas memilih Tiki.
  - Pada elastisitas silang model mempunyai nilai elastis lebih kecil dari 0 dan ada yang lebih besar atau mendekati 0 sehingga bisa ditarik kesimpulan bahwa elastisitas silang pada variabel tersebut ada yang bersifat sebagai substitusi apabila  $E$  silang  $\gg 0$ , dan ada variabel sebagai komplemen apabila  $E$  silang  $\ll 0$ , dan ada variabel yang memang independen tanpa dipengaruhi oleh variabel lain apabila  $E$  silang sama atau mendekati 0.

Saran.

Apabila hasil penelitian ini dipakai, maka ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dari hasil pemodelan ini sebagai berikut :

- Memperhatikan hasil pemodelan yang diperoleh dari penelitian ini menggambarkan hasil *adjusted R Square* adalah sebesar 0.80687, ini menunjukan bahwa 80,68 % saja dari fenomena pemilihan jasa pengiriman paket yang dapat dimodelkan sedangkan atribut pelayanan lain diluar dari yang ditawarkan dalam penelitian ini dapat lebih dipertimbangkan lagi sehingga dapat mempunyai lebih dari enam variabel pelayanan.
- Dari model tersebut diatas perlu di perhatikan lebih jauh untuk ditingkatkan atau diperbaiki variabel Waktu tempuh paket, ketepatan datangnya paket dan keamanan paket karena kepercayaan pelanggan terutama konsumen adalah konsumen bisnis individu dan konsumen individu, maka variabel – variabel inilah yang menjadi penentu prioritas konsumen.

- Variabel kenyamanan dan kemudahan merupakan variabel yang harus juga diperbaiki, karena variabel tersebut sangat dirasakan bagi konsumen individu, meskipun variabel tersebut tidak diprioritaskan.
- Pada penelitian selanjutnya agar lebih diperbanyak variabel – variabel yang akan diteliti untuk dimasukkan sebagai salah satu kedalam model, serta diharapkan pula untuk memperbaiki jawaban yang telah ada.

#### DAFTAR PUSTAKA .

1. Ari Sudarman. M.Ec, Teori Ekonomi Mikro, edisi ke tiga BPFE Yogyakarta.
2. Akiva-Ben, and Lerman S.R. ( 1985 ) *Discrete Choice Analysis : Theory and Application to travel Demand*, The MIT, Canbridge, Mass.
3. Button, KJ. *Transport Economics*, Heinemann Educational Books Ltd, Londonn , 1982.
4. Dunn- Ranking, Peter, *Scaling Methods*, Lawrence Erlbaum associates Publishers, New jersey, 1983.
5. Glaister, Stephen, *Transport Economics*, Basil Published, Oxford 1981.
6. Gleave, ( 1991 ) *properties of Trip Distribution Methods*, *Transportation Research*, 4 (1) 19-37
7. Kanafani, Adib, *Transportation Demand Analysis*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1983.
8. Kepmenkeu RI No. 219 /KMK.02/2002 ( perubahan ) TTG Pengelolaan Penerimaan dan Pengeluaran Negara melalui PT Pos Indonesia
9. Marvin L . Manheim, *Fundamental Of Transportation System analysis Volume I : Basis Concepts*, The MIT Press, 1979.
10. Meyer, A.W. *Calibration Of Trip Distribution Models With Exponential or Similar Cost Function*, *Transportation Research*. 1984
11. Morlok, Edward K, *Pengantar Teknik Transportasi*, terjemahan oleh Yani Sianipar, Erlangga, 1978.
12. Santoso, Idwan, *Perencanaan Transportasi*, LPM-ITB dan KBK Rekeyasa Transportasi, Bandung, 1996.
13. Sadono Sukirno, *Pengantar Teori Mikro Ekonomi*, PT RajaGrafindo Persada Jakarta.

14. Steer Davies Gleaves and Hague Consulting Group, *Stated Preference Techniques : A Guide to Practice*, 1991.
15. Tamin Z. Offyar, *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi, contoh soal dan aplikasi*, 2000.

## **Pemetaan Rantai Pasok Dengan Pendekatan Cluster Industri Di Wilayah Kota Bandung Dan Sekitarnya**

(Study Kasus Pada Klaster Industri Logam)

Dodi Permadi<sup>1</sup>, Hilman Setiadi<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Politeknik Pos Indonesia, Bandung,

Jl. Sariosih No. 54 Bandung Telp.(022) 2009562 Fax(022) 2009568

[permadi311@yahoo.com](mailto:permadi311@yahoo.com)

Jurusan Logistik Bisnis, Politeknik Pos Indonesia

### **ABSTRAK**

Supply chain systems (Supply Chain System) consists of 3 (three) essential components, namely the structure of supply chain network, supply chain business processes, and supply chain management system (Stock & Lambert, 2001). Supporting industrial development focused on the automotive component industry of Motor Vehicles (KBM) Wheels 2, It is based on the expected growth of two wheel increase of 6.25% this year (Kompas, May 2007).

Develop the industry through the cluster approach is to build a superior business environment, in order to create a winning company that produces superior products so competitive. This approach helps to identify and map the HPI within the framework of supply chain and value chain. Cluster mapping is done through mapping the business environment as illustrated graphically in the form of diamonds and operationally Porter competitiveness include the following phases: Initiation, Planning and Implementation mobilization, implementation, Self Management. Tools used include surveys and Focus Group Discussion

Results from this study, a specific cluster mapping to include Metal Exposure (Identification) Situation Center, Identification of an interest group (Stakeholder), Socialization of the Cluster Approach, Estimated Needs and Implementation Plan (Action), and the Formation Group or Working Group Initiative.

Keyword: industrial clusters, focus group discusion, supply chain

### **PENDAHULUAN**

Manajemen Rantai Pasok adalah integrasi proses-proses bisnis dari konsumen akhir (end user) sampai dengan pemasok penyedia produk, jasa, dan informasi yang memberi nilai tambah bagi konsumen dan stakeholders (Stock & Lambert, 2001). Sistem rantai pasok (Supply Chain System) terdiri atas 3 (tiga) komponen penting, yakni struktur jaringan rantai pasok, proses bisnis rantai pasok, dan sistem manajemen rantai pasok (Stock & Lambert, 2001). Pemetaan sistem rantai pasok sebaiknya dilakukan berdasar atas ketiga hal tersebut agar didapat gambaran sistem yang komprehensif.

Tahap awal dari pemetaan rantai pasok adalah Struktur Jaringan Rantai Pasok yang terdiri dari Identifikasi Anggota Rantai Pasok, Dimensi Struktural Jaringan, dan Keterkaitan/Tipe Hubungan Proses Bisnis. Pada saat ini terdapat beberapa metode yang dikembangkan salah satunya pendekatan yang dilakukan Porter, 1998, dengan pendekatan Klaster Industri

Mengembangkan industri melalui pendekatan klaster adalah membangun lingkungan bisnis yang unggul, untuk menciptakan perusahaan yang unggul yang menghasilkan produk unggul sehingga berdaya saing. Berdasarkan hasil survei WEF menunjukkan turunnya peringkat Indonesia daya saingnya yang terus merosot. Tahun 2001 tingkat daya saing Indonesia berada di peringkat 64 dari 75 negara. Tahun 2002 peringkat 67 dari 80 negara, tahun 2003 peringkat 72 dari 102 negara, tahun 2004 peringkat 69 dari 104 negara, dan tahun 2005 peringkat 74 dari 117 negara.

Terjadinya penurunan daya saing tersebut disebabkan oleh beberapa faktor Menurut tolak ukur WEF, diidentifikasi 2 (dua) faktor yang menonjol pada tataran mikro atau tataran bisnis, yaitu: (a) rendahnya efisiensi usaha pada tingkat operasionalisasi perusahaan; dan (b) lemahnya iklim persaingan usaha, yang didalamnya termasuk lingkungan usaha, misalnya: masalah perpajakan, tenaga kerja, ketersediaan infrastruktur, teknologi, pendidikan, pasar tenaga kerja, pasar modal, dan pasar dari produk. Faktor lingkungan merupakan tanggung jawab pemerintah untuk dapat segera mengambil langkah perbaikan dan perkuatan hingga kondisi lingkungan usaha menjadi kondusif.

Klaster industri merupakan suatu cara untuk mengorganisasikan pelaku-pelaku pendukung ekonomi yang saling berhubungan satu sama lain, sehingga lebih mempermudah perumusan kebijakan pemerintah yang lebih strategis dan terintegrasi. Langkah awal dalam pengembangan Klaster Industri salah satunya adalah diagnostik dan pemetaan industri inti yang menjadi titik masuk dalam pengembangan sebuah klaster industri. Dalam kerangka pekerjaan ini telah ditetapkan industri komponen otomotif sebagai industri inti (titik masuk).

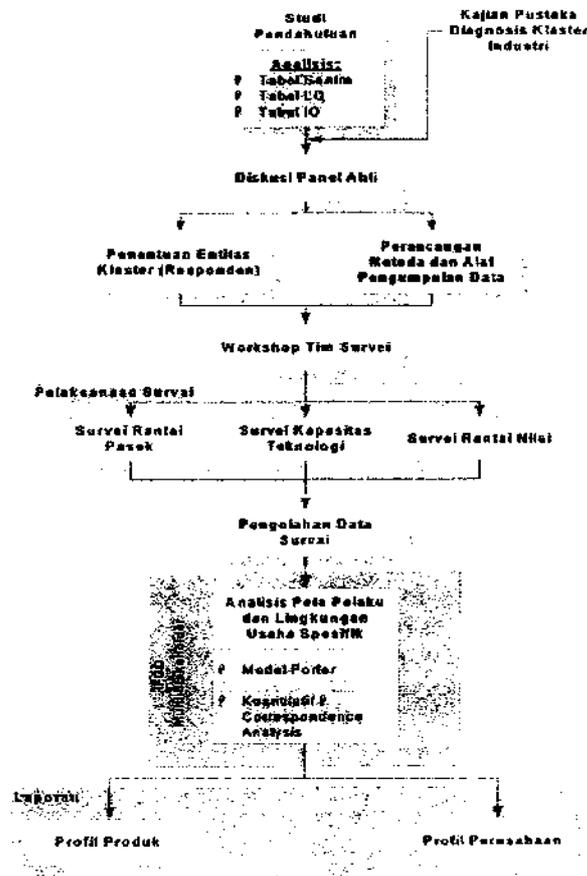
Peningkatan daya saing dengan menggunakan pendekatan klaster industri ini menjadi lebih bermakna, ketika pada akhir September 2006 yang lalu Lembaga Penelitian, Pengkajian, dan Pengembangan Ekonomi (LP3E) Kadin memaparkan hasil laporan Forum Ekonomi Dunia (WEF) yang memberitakan bahwa peringkat daya saing Indonesia tahun 2006 meningkat tajam ke urutan 50 dari 125 negara. Kabar ini sangat menggembirakan mengingat sebelumnya, sejak tahun 2001 hingga 2005 peringkat daya saing Indonesia menunjukkan trend menurun. Meningkatnya peringkat daya saing Indonesia pada tahun 2006 ini menjadi memontum yang tepat dimana konsep dengan platform klaster industri mulai dikembangkan untuk menjalankan strategi tersebut.

Oleh karena itu, untuk tetap menjaga trend positif peningkatan daya saing Indonesia, maka perlu dilakukan studi yang komprehensif mengenai pemetaan rantai pasok pada industri komponen otomotif dengan pendekatan klaster industri. Sehingga dapat dihasilkan: 1) terkumpulnya data dan informasi produk dan perusahaan industri pendukung yang dapat digunakan sebagai bahan struktur jaringan rantai pasok industri Otomotif (Roda 2); 2) Mengetahui pelaku dalam anggota rantai pasok dalam klaster komponen otomotif dan mengetahui sebuah "Peta Pelaku" rantai pasok Industri Komponen Otomotif tersebut;

## **PENDEKATAN PENELITIAN**

Pemetaan Struktur Jaringan Rantai Pasok ini menggunakan suatu Kerangka Berpikir, dimana rantai pasok disini sudah dipadankan dalam pendekatan klaster

industri. seperti pada Gambar 3.1. Pada skema tersebut dapat dilihat bahwa sasaran utama dari kegiatan ini adalah terjadinya Peningkatan Daya Saing Industri Otomotif. Peningkatan daya saing Kluster Industri Komponen KBM Roda 2 dapat dilakukan dengan cara meningkatkan kemampuan perusahaan anggota kluster (rantai pasok), meningkatkan kualitas linkage antar perusahaan dalam kluster, dan kolaborasi dengan principal.



Gambar 1 Metodologi Penelitian

## PENDEKATAN KLASTER INDUSTRI

Melalui pendekatan ini diharapkan pola keterkaitan antar kegiatan baik di dalam sektor industri sendiri (keterkaitan horisontal) maupun antara sektor industri dengan seluruh jaringan produksi dan distribusi terkait (keterkaitan vertikal) akan dapat secara responsif menjawab tantangan persaingan global yang semakin ketat.

### Ancangan Kluster Industri

Ancangan Kluster Industri adalah cara pandang terhadap rangkaian industri inti yang berada dalam suatu rantai nilai disertai industri pendukung dan industri terkait pada suatu lokasi geografis tertentu, yang ditopang oleh lembaga pendukung guna mempercepat terjadinya sinergi.

## **Klaster**

Klaster adalah sejumlah perusahaan dan lembaga yang terkonsentrasi pada suatu wilayah, serta saling berhubungan dalam bidang yang khusus yang mendukung persaingan.(Michael E. Porter)

Perusahaan-perusahaan dan Lembaga yang terkumpul pada suatu geografis tertentu dan memiliki hubungan dalam bidang tertentu.

Klaster meliputi sekelompok industri yang saling terkait dan badan-badan lain yang memiliki arti penting bagi persaingan. Meliputi pemasok input khusus seperti komponen, permesinan dan jasa serta penyedia infrastruktur khusus.

Wilayah klaster dibatasi oleh keterkaitan dan komplementernya dan tidak harus dibatasi oleh wilayah administratif

Pengelompokkan (Nama) klaster jarang sekali didasarkan oleh standar klasifikasi industri, karena dapat mengabaikan pelaku penting dan hubungan yang penting bagi persaingan

Industri terdiri dari beberapa perusahaan dan dapat berupa sentra industri

Industri inti, pendukung dan terkait sama pentingnya. Istilah tersebut hanya menunjukkan posisinya dalam suatu klaster industri.

Suatu industri yang dipandang sebagai inti pada suatu klaster, dapat merupakan pendukung pada klaster yang lain.

Klaster tidak hanya terbangun dari hadirnya industri, tetapi industri harus saling terhubung berdasarkan rantai nilai.

Masing-masing kelompok pelaku memiliki peran dalam meningkatkan klaster industri.

### **Industri Inti**

Industri yang dijadikan titik masuk kajian

Dapat merupakan sentra industri

Industri yang maju dicirikan dengan adanya inovasi.

### **Industri Pemasok**

Industri yang memasok dengan produk khusus

Pemasok yang khusus (spesialis) merupakan pendukung kemajuan klaster

(Pemasok : Bahan Baku Utama, Bahan Tambahan, Aksesori).

### **Pembeli**

Dapat berupa distributor atau pemakai langsung.

Pembeli yang sangat 'penuntut' merupakan pemacu kemajuan klaster

(Pembeli : Distributor, Pengecer, Pemakai Langsung).

### **Industri Pendukung**

Meliputi industri jasa dan barang, termasuk layanan pembiayaan (Bank, Venture Capital), Layanan Pengembangan Bisnis.

### **Industri Pendukung:**

Lembaga Pembiayaan (Bank, Venture Capital), Jasa (Angkutan, Bisnis Distribusi, Konsultan Bisnis), Infrastruktur (Jalan Raya, Telekomunikasi, Listrik), Peralatan (Permesinan, Alat Bantu), Kemasan.

### **Industri Terkait**

Istilah 'terkait' di sini agak berbeda dengan yang dipakai sehari-hari. Industri terkait tidak berhubungan bisnis secara langsung. Industri yang menggunakan infrastruktur yang sama. Industri yang menggunakan sumberdaya dari sumber yang sama (mis. Kelompok tenaga ahli).

(Industri Terkait : Kompetitor, Komplementer, Substitusi).

### **Lembaga/Institusi Pendukung**

Lembaga pemerintah yang berupa penentu kebijakan. Asosiasi profesi yang bekerja untuk kepentingan anggota. Lembaga Pengembang Swadaya Masyarakat yang bekerja pada bidang khusus yang mendukung.

### **Model THIO**

Operasionalisasi dari fungsi TCC memerlukan estimasi terhadap harga  $T$ ,  $H$ ,  $I$ ,  $O$ ,  $\beta_t$ ,  $\beta_h$ ,  $\beta_i$ , dan  $\beta_o$ . Prosedur estimasi tersebut harus memiliki kemampuan untuk menggolongkan fasilitas transformasi sejenis berdasarkan derajat kecanggihannya. Salah satu prosedur yang mungkin untuk mengevaluasi harga TCC pada tingkat perusahaan adalah prosedur yang dikembangkan oleh UNESCAP, yaitu:

#### *Tahap I : Estimasi derajat kecanggihan*

Pemeriksaan kualitatif terhadap komponen-komponen pada fasilitas transformasi dan pengumpulan seluruh informasi relevan yang berhubungan dengan penggunaan teknologi.

Berdasarkan pemeriksaan kualitatif tersebut, dilakukan identifikasi seluruh item Technoware dan Humanware pada fasilitas transformasi bersangkutan. Sedangkan untuk Inforware dan Orgaware, evaluasi dilakukan pada tingkat perusahaan.

Penentuan batas bawah dan batas atas derajat sopistikasi fasilitas transformasi yang dioperasikan. Batas bawah adalah derajat minimum yang diperlukan masing-masing komponen teknologi. Sedangkan batas atas adalah derajat maksimum yang mungkin untuk masing-masing komponen. Ditetapkan batas bawah dan batas atas sopistikasi teknologi untuk item  $i$  dari Technoware dengan  $LT_i$  dan  $UT_i$ . Batas bawah dan atas dan masing-masing kategori  $j$  dari Humanware dengan  $LH_j$  dan  $UH_j$ . Karena derajat

sofistikasi Inforware dan Orgaware dievaluasi pada tingkat perusahaan maka batas bawah dan batas atas kedua komponen didefinisikan dengan LI, UI dan LO, UO.

Prosedur pemberian nilai masing-masing komponen teknologi tergantung pada opini dari ahli yang menanganinya. Salah satu prosedur yang diusulkan UNESCAP untuk penentuan derajat sofistikasi ini

*Tahap 2 : Penilaian state-of-the-art (tingkat kecanggihan mutakhir)*

Menentukan kriteria dan masing-masing komponen. Dalam hal ini dapat digunakan kriteria generik yang diusulkan oleh UNESCAP (dari kriteria ini ditentukan sejumlah kriteria spesifik yang terukur)

Kriteria spesifik yang telah dikembangkan selanjutnya digunakan pada sistem peringkat dari state-of-the-art. Masing-masing kriteria diberikan nilai 10 untuk spesifikasi yang terbaik dan nilai 0 untuk spesifikasi terendah.

Dari prosedur diatas, selanjutnya ditentukan peringkat state-of-the-art dari Techoware, Humanware, Inforware dan Orgaware.

*Tahap 3 : Penentuan kontribusi masing-masing komponen*

Berdasarkan pengetahuan tentang batas-batas derajat kecanggihan dan peringkat State-of-the-art yang telah ditentukan dan langkah sebelumnya

*Tahap 4 : Penentuan intensitas kontribusi masing-masing komponen*

Penyusunan hirarki dan komponen teknologi pada fasilitas transformasi yang diukur dalam peningkatan urutan kepentingan. Kemudian harga  $\beta$  dan masing-masing komponen diurutkan dengan pola yang sama.

Tingkat kepentingan relatif dari  $\beta$  dari komponen tertentu dengan harga  $\beta$  dari komponen yang lain dengan prosedur perbandingan berpasangan.

Disusun matriks perbandingan berpasangan dari  $\beta$  tiap-tiap komponen. Analisis nilai eigen dari matriks tersebut menunjukkan preferensi nilai  $\beta$  yang dibandingkan. Ini berarti jika sebuah faktor  $\beta$  lebih dari yang lainnya, maka vektor eigennya akan lebih besar.

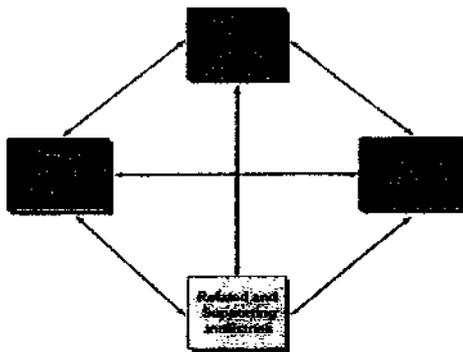
*Tahap 5 : Perhitungan koefisien kontribusi teknologi (TCC)*

Dengan menggunakan nilai T, H, I, O dan faktor  $\beta$  yang diperoleh dari perhitungan pada langkah sebelumnya maka besar koefisien kontribusi teknologi (TCC) dapat dihitung melalui persamaan (1). Karena harga T, H, I, O lebih kecil dari satu dan karena jumlah faktor  $\beta$  sama dengan satu, maka harga maksimum TCC adalah satu. Harga TCC (dari perusahaan) yang diperoleh ini menunjukkan kontribusi teknologi dari total operasi transformasi yang menghasilkan output. Lebih jauh lagi, harga TCC yang ini dapat dilihat sebagai nilai tambah muatan teknologi (Technology Content Added, selanjutnya disingkat TCA) per satuan output.

TCA merupakan perbedaan muatan teknologi antara output dengan input dari suatu fasilitas transformasi (analog dengan pengertian nilai tambah ekonomi). TCA pada tingkat perusahaan tidak hanya bergantung pada harga TCC tetapi juga oleh kapasitas produksi pada satu periode waktu dari aktivitas transformasinya. Salah satu ukuran yang mungkin untuk mengevaluasi kapasitas produksi ini adalah dengan menggunakan nilai tambah ekonomi total (total economic value added).

### Model Keunggulan Daya Saing Diamond

Lingkungan bisnis dapat dipahami dalam bentuk empat area yang saling terkait, yaitu: 1) Kondisi Faktor (input), 2) Kondisi Permintaan, 3) Pelaku Usaha Terkait dan Pendukung. 4) Strategi, struktur, dan persaingan pelaku usaha. Karena penggambaran grafisnya empat area terkumpul menjadi seperti bentuk diamond (wajik) maka model keunggulan bersaing Porter sering disebut juga sebagai model "Diamond of Competitiveness" atau model keunggulan daya saing diamond.



Gambar 2. Diamond Porter's

### Penyusunan Pemetaan Rantai Suplai Produk dan Perusahaan

Data dan informasi tentang perusahaan industri logam ini dikumpulkan melalui wawancara dengan para pengusaha di sentra-sentra industri logam Kota Bandung dan sekitarnya. Informasi tambahan maupun data sekunder diperoleh dari instansi dan lembaga pemerintah maupun swasta termasuk bank umum.

Kelompok sasaran merupakan pelaku usaha industri pengecoran dan perusahaan industri barang logam lainnya. Mesin-mesin dan alat-alat perkakas yang digunakan industri logam umumnya meliputi mesin bubut, mesin frais, mesin bor, mesin pons, mesin las dan sebagainya. Produk-produk yang dihasilkan dipasarkan kepada tiga segmen pasar pokok sebagai berikut.

Pasar umum melalui toko-toko atau langsung kepada konsumen seperti para petani, rumah tangga dan sebagainya. Barang-barang yang dipasarkan antara lain alat pertanian, kran air, lampu kuning, suku cadang kendaraan bermotor dan permesinan serta banyak produk lainnya yang dibutuhkan hampir setiap keluarga.

Pasar BUMN dan instansi pemerintah sesuai dengan pesanan atau kontrak pembelian maupun kontrak kerja. Produk yang dijual belikan adalah pipa dan sambungan pipa

air (PDAM), box meter listrik (PLN), kotak telepon otomatis (PT. INTI), bahan bangunan untuk proyek bangunan, jembatan (Dep. Pekerjaan Umum), dan lain-lain.

Pasar Perusahaan industri besar yang dilayani oleh industri logam sebagai pemasok barang, vendor maupun sub-contractor. Barang-barang yang dipasarkan terutama berdasarkan job-order antara lain suku cadang kendaraan bermotor dan permesinan, kotak (casing) untuk barang elektronik dan lain-lain.

Sebagian besar dari para pelaku usaha industri logam memasarkan produksinya kepada lebih dari satu segmen pasar. Secara umum perusahaan-perusahaan industri logam tersebut menjual produknya melalui perantara, khususnya kepada segmen pasar BUMN maupun perusahaan industri besar.

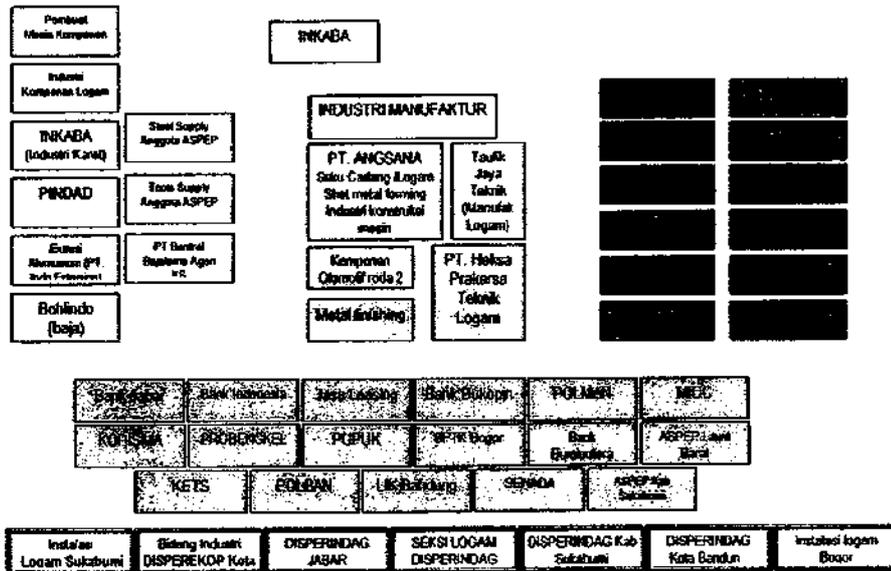
Pada umumnya untuk mendapatkan bahan baku dan bahan penolong lainnya tidak menjadi masalah besar, karena tersedia cukup stabil. Masing-masing pelaku usaha industri logam membeli bahan-bahan tersebut dari dua sampai lima pemasok utama yang telah mempunyai hubungan bisnis cukup lama dengan mereka.

Terbatasnya fasilitas produksi, khususnya di kota besar seperti Bandung, maupun kota-kota lain merupakan kendala yang menghambat pengembangan perusahaan industri logam. Hampir semua perusahaan tersebut pada masa pendirian, memproduksi di rumah pemilik, dan sebagian besar dari perusahaan industri logam skala kecil masih bersifat industri rumah tangga.

Pada umumnya perusahaan industri logam adalah perusahaan keluarga yang dijalankan oleh seluruh anggota keluarga. Pemilik perusahaan berfungsi sebagai manajer produksi, pembeli bahan dan penjual barang. Sistem pembukuan administrasi usaha sangat sederhana. Banyak perusahaan industri logam, meskipun sudah maju tidak mempunyai struktur organisasi yang jelas dan fungsional.

Pelaku usaha industri logam yang mengalami masalah atau kesulitan untuk membiayai kebutuhan modal kerja maupun modal investasi perusahaannya cukup banyak. Modal kerja sangat bergantung pada pembayaran para pelanggan dan perantara yang sering ditunda cukup lama sesudah jatuh tempo. Bahkan para pelaku usaha industri logam sering berpendapat bahwa mereka membiayai perusahaan industri besar dan BUMN dengan piutangnya. Pembayaran utang dagang oleh agen-agen maupun langganan lainnya di pasar umum dengan cek mundur dan slip tabungan mundur. Untuk memenuhi kebutuhan modal kerja para pengusaha tersebut sering "menjual" dokumen pembayaran tersebut dengan potongan nilai nominalnya 2% atau lebih per bulan sampai jatuh tempo. Perusahaan industri logam pada umumnya mengalami kesulitan menjadi peminjam dana bank, karena kelemahannya secara umum meskipun cukup banyak usaha industri logam memenuhi ketentuan resmi untuk menjadi debitur bank.

**Penentuan Stakeholder Dalam Pendekatan Klaster** Berdasarkan identifikasi stakeholder yang terlibat dalam kegiatan usaha industri logam diperoleh bahwa sebagian besar memproduksi suku cadang otomotif dan permesinan dan berada dalam lingkungan sentra-sentra industri logam di Kota Bandung, Sukabumi, Bogor dan Bekasi. Berikut ini disajikan sejumlah stakeholder sentra industri logam Kota Bandung dan sekitarnya beserta pemetaan kedudukan mereka dalam sistem klaster industri logam khususnya yang memproduksi suku cadang otomotif dan permesinan.



Gambar 3. Struktur klaster industri logam suku cadang otomotif dan permesinan Jawa Barat

Sentra-sentra industri logam di Kota Bandung, Sukabumi, Bogor dan Bekasi Jawa Barat dikenal sebagai kawasan industri pengolahan logam yang maju. Jenis-jenis produk dari bahan logam yang diproduksi di sini antara lain: perlengkapan rumah tangga, alat-alat mesin pertanian, komponen-komponen mesin dan kendaraan, perlengkapan alat-alat pengukuran dan komponen mesin tekstil.

Secara umum Industri pengolahan logam dapat dikelompokkan atas:

**Perbengkelan**, yaitu workshop yang melakukan perawatan dan reparasi kendaraan bermotor, alat-alat rumah tangga (refrigerator, AC), dan berbagai mesin (pompa, dinamo).

**Permesinan dan pembentukan logam (sheet metal forming)**, yaitu workshop yang menghasilkan suku cadang dan komponen mesin, pembuatan peralatan, assembling mesin-mesin sederhana.

**Pengelasan**, yaitu workshop yang melakukan kegiatan pengelasan terhadap logam (pembuatan pagar, konstruksi).

**Pengerjaan akhir logam (metal finishing)**: elektroplating/pelapisan logam, heat treatment.

Lokasi industri pengolahan logam di dalam kota-kota sentra Jawa Barat relatif menyebar, dengan beberapa sub sentra industri seperti: Lingkungan Industri Kecil

(LIK) dan Wilayah Kecamatan Kiarascondong di Kota Bandung. Perkembangan industri pengolahan logam di sentra-sentra tersebut sangat dipengaruhi oleh beradanya industri besar, lembaga penelitian, perguruan tinggi teknik, lembaga pembinaan industri kecil dan lembaga-lembaga pendukung/terkait lainnya. Sebagai contoh perkembangan sentra industri logam kecil dan menengah di Kota Bandung sangat dipengaruhi oleh keberadaan: Industri besar: PINDAD, PT. INTI, PT.LEN, Industri Tekstil, Lembaga penelitian: MIDC (Metal Industry Development Centre), LIPI, Perguruan tinggi teknik: ITB, Politeknik, Lembaga pembinaan industri kecil.

Untuk kasus Kota Bandung dan sekitarnya, di sentra tersebut terdapat lebih dari 200 industri pengolahan logam yang beraktivitas menghasilkan beragam produk seperti: suku cadang mesin tekstil, automotive, permesinan dan produk asesoris. Sebagian dari pelaku usaha industri pengolahan logam itu tergabung dalam wadah Koperasi Pengusaha Industri Kecil Suku Cadang Mesin Bandung (Kopisma) dan Asosiasi Probengkel. Kopisma merupakan pengembangan dari Probengkel yang sebelumnya dibentuk atas kerjasama Yayasan Mandiri dan Swisscontact awal tahun 1990-an dalam rangka pengembangan usaha industri kecil berbahan baku logam di Kota Bandung. Saat ini kedua lembaga itu masih eksis di mana peranan Kopisma adalah sebagai lembaga usaha formal para anggotanya yang merupakan pelaku usaha industri kecil dan menengah berbahan baku logam di Bandung, sedangkan Asosiasi Probengkel merupakan wadah untuk berkomunikasi dan berkoordinasi bagi para pelaku usaha tersebut tanpa ikatan formal badan usaha. Untuk sementara dapat dikatakan seluruh anggota Kopisma juga merupakan bagian dari keanggotaan di Asosiasi Probengkel, demikian juga sebaliknya.

Sebagian stakeholder sebagaimana disebutkan di atas baik dari kalangan pelaku usaha, industri pendukung dan terkait, serta pihak-pihak berkepentingan lainnya diundang dalam suatu pertemuan Focused Group Discussion (FGD) yang diselenggarakan di Bandung pertengahan Maret 2006 lalu dalam rangka sosialisasi pengembangan sentra industri logam dengan pendekatan klaster. Pertemuan itu juga sekaligus merupakan forum penyusunan rencana aksi pengembangan klaster logam dengan yang akan dibahas pada bab berikutnya.

### **Analisis Masalah (Faktor Penghambat) Dan Potensi (Faktor Pendukung) Keunggulan Daya Saing Sentra Industri Logam**

Masalah keunggulan daya saing sentra industri logam dapat diidentifikasi dengan menggunakan model diamond competitiveness Porter. Berdasarkan model tersebut faktor-faktor yang dikaji berkaitan dengan keunggulan daya saing sentra industri logam yaitu kondisi input, kondisi permintaan, kondisi strategi perusahaan dan persaingan, serta kondisi industri terkait dan pendukung.

Masalah berkaitan dengan peningkatan keunggulan daya saing sentra industri logam dapat ditinjau melalui faktor-faktor penghambat berikut ini.

#### **1) Masalah (Faktor Penghambat) Input Sistem Industri Logam: Infrastruktur Fisik**

Tarif dasar listrik (TDL) naik (biaya tinggi), Bahan baku tidak memenuhi standar dan harus impor, Akses mendapatkan bahan baku susah/tidak mencukupi, Kondisi

transportasi jalan raya sering macet, Alamnya terlalu ramah sehingga cenderung untuk bermalas-malasan, Sumber Permodalan/Pembiayaan

Belum ada inovasi dalam pembiayaan, Suku bunga pinjaman tinggi, Pinjaman permodalan/pembiayaan harus menggunakan agunan, Suku bunga dan sistem pembiayaan untuk industri dengan usaha perdagangan disamakan, Nilai tukar rupiah terhadap dolar turun, Infrastruktur Administrasi, AFTA tentang perdagangan tidak memihak, Tarif pajak tidak kompetitif, Perijinan terlalu rumit dan tumpang tindih, Standar waktu dan biaya perijinan tidak tersosialisasi dan tidak fixed, Terbatas dan tidak akuratnya data industri logam, Belum tegasnya implementasi standar keselamatan, Sumber Daya Manusia (SDM), Standar kompetensi sumber daya manusia (SDM) belum ada

2) Masalah (Faktor Penghambat) strategi perusahaan dan persaingan: Produktivitas masih rendah, Masih berorientasi pada low-end product, Proses produksi masih bersifat tradisional sementara untuk mass production harus otomatisasi, Strategi gerak brown (bersifat acak, tidak terpola)

3) Masalah (Faktor Penghambat) berkaitan dengan faktor Demand: Permintaan OEM (Original Equipment Manufacturing) turun, contoh permintaan dari ASTRA Honda Motor turun, Tidak ada factory outlet (FO) suku cadang otomotif dan permesinan, Banyak komponen di pasar yang tidak standar, Komponen second grade/lokal sering dianggap palsu, Merek lokal suku cadang otomotif dan permesinan masih sedikit, Membanjirnya produk impor yang lebih murah dari produk lokal (produk ilegal).

4) Masalah (Faktor Penghambat) berkaitan dengan industri pendukung dan terkait: Industri/Lembaga Pendukung, Importir raw material logam terbatas, Industri toolsteel belum ada, Industri electroplating yang memenuhi standar dan volume tinggi terbatas, Industri/Lembaga Terkait, Lembaga terkait milik daerah (BUMD) terlalu birokratis, Lembaga (Biro) informasi kebutuhan pasar belum ada, Industri energi listrik dan BBM masih monopolistik(menimbulkan ketergantungan), Lembaga standarisasi sangat kurang.

Potensi peningkatan keunggulan daya saing sentra industri logam ditunjukkan dengan adanya faktor-faktor pendukung berikut ini.

1) Potensi (Faktor Pendukung) berkaitan dengan Input: Infrastruktur Fisik, Jarak yang cukup dekat dengan bandara/pelabuhan internasional, Sumber daya alam karet banyak, Dekat dengan pabrik otomotif (automotive manufacturer)

Rencana pembangunan bandara baru di Jatiwangi, Bahan baku tools mudah didapat, Adanya infrastruktur jalan tol Cipularang, Infrastruktur Teknologi

Terdapat/Banyak center of excellence, seperti PT DI, TTUC, PINDAD, MIDC, BLK, dan lain-lain.

Banyak lembaga pendidikan sebagai sumber informasi, pengetahuan dan sumber daya manusia/SDM, Lembaga/Balai yang terkait dengan industri logam tersedia, Lembaga pembina ada (NGO, Disperindag, Koperasi), Sumber Daya Manusia, Tersedianya tenaga ahli, Sumber Permodalan/Pembiayaan, Lembaga pembiayaan banyak.

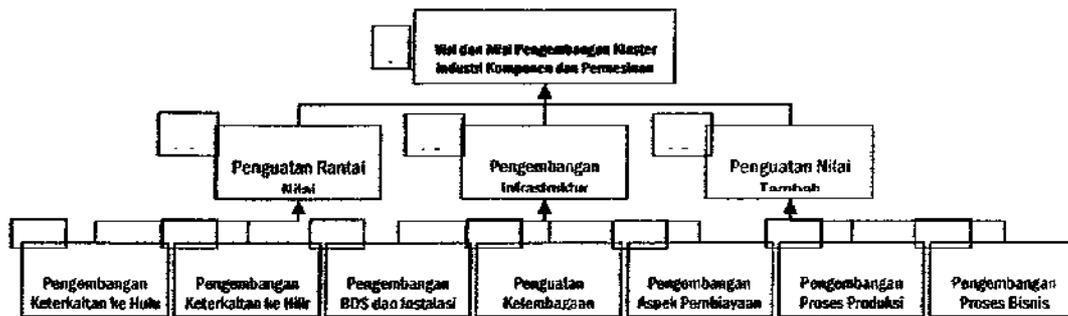
2) Potensi (Faktor Pendukung) berkaitan dengan strategi perusahaan dan persaingan: Adanya kerjasama dengan BPPPT dalam pengembangan teknologi, Hubungan antar partisipan klaster harmonis, Ada asosiasi pada industri inti (Probengkel dan ASPEP), Kerjasama antar perusahaan lokal baik, Kelompok asosiasi pemesinan dan komponen banyak di Jawa Barat.

3) Potensi (Faktor Pendukung) berkaitan dengan Demand: Permintaan after market meningkat, Kelompok hobby otomotif cukup banyak, Adanya kemudahan masyarakat memiliki kendaraan bermotor, Adanya Keppres 80/2004 tentang pengadaan barang dan jasa pemerintah, Belanja pemerintah naik untuk komponen permesinan, Banyak industri besar sebagai pembeli, Adanya kawasan industri seperti Jababeka, sebagai pembeli potensial.

4) Potensi (Faktor Pendukung) berkenaan industri pendukung dan terkait: Industri/Lembaga Pendukung, Tersedianya "Dies Shop", Industri alat rumah tangga berbasis logam, Ada beberapa industri besar logam di Jawa Barat, Industri/Lembaga Terkait, Lembaga surveyor banyak, Ada biro desain dan engineering, Ada lembaga penelitian metalurgi, Perusahaan jasa pengiriman (expedisi).

### Analisis Pohon Tujuan (Objective Tree) Pemetaan Klaster Logam

Analisis pohon tujuan (objective tree) yaitu analisis mengenai kondisi-kondisi yang ingin dicapai dalam rangka pemetaan klaster logam dalam hubungan sebab akibat. Berdasarkan analisis prioritas tujuan-tujuan pemetaan klaster logam sebagaimana dibahas pada sub bab sebelumnya berikut ini disajikan hasil analisis pohon tujuan (objective tree) berkaitan dengan pemetaan klaster industri logam Jawa Barat yang diawali dengan penentuan visi, misi, hingga program dan sasaran yang ingin dicapai.



Gambar 5. Pohon Tujuan Pengembangan Klaster Industri Logam Jawa Barat

Visi pengembangan klaster industri logam Jawa Barat adalah meningkatkan kesejahteraan para pelaku usaha yang terlibat dalam sektor industri logam di Jawa Barat melalui peningkatan keunggulan daya saing para pelaku usaha di sektor itu baik di tingkat nasional maupun internasional yang dengan adanya globalisasi persaingan di tingkat dunia tidak dapat terelakkan lagi. Misi yang diemban dalam pencapaian visi pengembangan klaster industri logam tersebut adalah mencapai keadaan setingkat lebih maju dari para pesaing dengan melakukan upaya-upaya peningkatan inovasi, produktivitas dan pangsa pasar industri logam Jawa Barat dengan pendekatan klaster industri.

Visi dan misi pengembangan klaster industri logam tersebut kemudian penjabarannya diterjemahkan dalam bentuk pohon tujuan di atas. Berdasarkan pohon tujuan tersebut dapat dinyatakan bahwa program utama pengembangan klaster industri suku cadang otomotif dan permesinan Jawa Barat adalah penguatan rantai nilai, pengembangan infrastruktur dan penguatan nilai tambah.

Penguatan rantai nilai industri logam yang dimaksudkan di sini meliputi pengembangan keterkaitan para pelaku industri logam ke arah hulu (pemasok) dan ke arah hilir (distributor, industri pengguna produk dan konsumen akhir). Program pengembangan infrastruktur diarahkan pada pengembangan Business Development Services (BDS) dan instalasi (dahulu disebut Unit Pelayanan Teknis/UPT) perindustrian, penguatan kelembagaan dan pengembangan aspek pembiayaan. Sedangkan program penguatan nilai tambah meliputi pengembangan proses produksi dan proses bisnis industri logam di Jawa Barat.

### **Kesimpulan**

Penelitian pemetaan Klaster Logam ini merupakan bagian dari tahap inisiasi dan perencanaan pengembangan klaster yang terdiri dari aktivitas: Pemaparan (Identifikasi) Keadaan Sentra, Identifikasi Kelompok yang Berkepentingan (Stakeholder), Sosialisasi mengenai Pendekatan Klaster, Taksiran Kebutuhan dan Perencanaan Pelaksanaan (Aksi), dan Pembentukan Kelompok Inisiatif atau Kelompok Kerja.

Permasalahan utama berkaitan dengan pemetaan klaster dapat diklasifikasikan berdasarkan pendekatan diamond competitiveness Porter yaitu faktor: input, permintaan, strategi perusahaan dan persaingan, serta industri terkait dan pendukung.

Permasalahan berkaitan dengan faktor input yaitu: Tarif dasar listrik (TDL) naik (biaya tinggi), Bahan baku tidak memenuhi standar dan harus impor, Akses mendapatkan bahan baku susah/tidak mencukupi, Belum ada inovasi dalam pembiayaan, Kondisi transportasi jalan raya sering macet, AFTA tentang perdagangan tidak memihak, Propinsi Jawa Barat sebagai propinsi terkorup ke-3, Tarif pajak tidak kompetitif, Suku bunga tinggi, Pinjaman modal pembiayaan harus menggunakan agunan, Alamnya terlalu ramah hanya enak untuk bermalas-malasan. Standar kompetensi sumber daya manusia (SDM) belum ada, Perijinan terlalu rumit dan tumpang tindih, Belum tegasnya implementasi standar keselamatan, Nilai tukar rupiah terhadap dolar turun, Suku bunga dan sistem pembiayaan untuk industri dengan usaha perdagangan disamakan, Standar waktu dan biaya perijinan tidak tersosialisasi dan tidak fixed, Terbatas dan tidak akuratnya data industri logam

Permasalahan berkaitan dengan faktor permintaan yaitu: Permintaan OEM (Original Equipment Manufacturing), misalnya ASTRA Honda Motor, turun, Banyak komponen di pasar yang tidak standar, Komponen second grade/lokal sering dianggap palsu, Tidak ada factory outlet (FO) suku cadang, Membanjirnya produk impor yang lebih murah dari produk lokal (produk ilegal), Merek lokal masih sedikit

Permasalahan berkaitan dengan faktor strategi perusahaan dan persaingan yaitu: Produktivitas masih rendah, Masih berorientasi pada low-end product, Proses

produksi masih bersifat tradisional sementara untuk mass production harus otomatisasi, Strategi gerak brown (bersifat acak, tidak terpolat).

Permasalahan berkaitan dengan faktor industri terkait dan pendukung yaitu: Lembaga pendukung milik daerah (BUMD) terlalu birokratis, Lembaga (Biro) informasi kebutuhan pasar belum ada, Industri energi listrik dan BBM masih monopolistik (menimbulkan ketergantungan), Importir raw material logam terbatas, Lembaga standarisasi sangat kurang, Industri electroplating yang memenuhi standar dan volume tinggi terbatas, Industri toolsteel belum ada,

Prioritas tujuan pengembangan kluster logam yang berkaitan dengan faktor input adalah: Mendorong adanya inovasi dalam pembiayaan manufacturing, Sertifikasi/uji kompetensi tenaga kerja, Memperbaiki birokrasi perijinan dan penyederhanaan jumlah ijin, Memperbaiki sistem informasi terkait industri suku cadang, Pengawasan barang beredar, Memberikan skim insentif kepada pelaku penelitian dan pengembangan atau "R&D" baik yang dilakukan pemerintah maupun non pemerintah.

Prioritas tujuan pengembangan kluster logam yang berkaitan dengan faktor permintaan adalah Memperkuat penetrasi after market suku cadang, Membangun merek lokal, Mendorong pembangunan outlet suku cadang di Jawa Barat, Membuat produk unggulan & unik yang dikerjakan bersama beberapa pelaku usaha industri logam.

Prioritas tujuan pengembangan kluster logam yang berkaitan dengan faktor strategi perusahaan dan persaingan adalah Membuat jejaring antar lembaga pendukung dengan pelaku industri, Mendorong/promosi akses pasar untuk high end product, Strategi kolektif, Menyelenggarakan event "expo" produk suku cadang secara reguler.

Prioritas tujuan pengembangan kluster logam yang berkaitan dengan faktor industri terkait dan pendukung adalah Penataan lokasi industri electroplating ramah lingkungan, Menumbuhkan lembaga brokerage, Perkuatan Instalasi logam dengan mesin khusus yang digunakan secara kolektif, Penumbuhan biro desain produk.

## **Saran**

Pemetaan harus dilakukan untuk tiga program utama yang terdiri dari: (1) Penguatan Rantai Nilai, (2) Pengembangan Infrastruktur, dan (3) Penguatan Nilai Tambah.

Program Penguatan Rantai Nilai industri logam yang dimaksudkan di sini meliputi pengembangan keterkaitan para pelaku industri logam ke arah hulu (pemasok) dan ke arah hilir (distributor, industri pengguna produk dan konsumen akhir).

Program Pengembangan Infrastruktur diarahkan pada pengembangan Business Development Services (BDS) dan instalasi (dahulu disebut Unit Pelayanan Teknis/UPT) perindustrian, penguatan kelembagaan dan pengembangan aspek pembiayaan.

## Daftar Pustaka

1. N. Carbonara, *New models of inter-firm network within industrial district*, Proceedings of the RENT XIV Conference on Research in Entrepreneurship and Small Business, Prague, 2000.
2. Porter, M. (1998). "Clusters and the new Economics of Competition", Harvard Business Review, Nov.-Dec. pp (77-90.)
3. Simonin, B. L. (1997). *The importance of collaborative know-how: An empirical test of the learning organization*. Academy of Management Journal, 40(5), 1150-1174.
4. Tatang, (2004). *Workshop Perkuatan Sistem Inovasi Daerah*, BPPT.
5. Whitman, L. E. and B. L. Huff (1997). *A Living Enterprise Model. The Sixth Industrial Engineering Research Conference*, Miami Beach, FL

# PERUMUSAN STRATEGI DAN SISTEM OPERASI DISTRIBUSI AIR MINERAL DALAM KEMASAN (AMDK) DI PDAM KOTA BANDUNG)

Erna Mulyati, ST, MT

Politeknik Pos Indonesia, Bandung,  
Jl. Sariasih No. 54 Bandung Telp.(022) 2009562 Fax(022) 2009568 [rna\\_rian@yahoo.com](mailto:rna_rian@yahoo.com)  
Jurusan Logistik Bisnis, Politeknik Pos Indonesia

## Abstrak

Dewasa ini banyak sekali perusahaan yang bergerak dalam bidang pemasaran air kemasan. Hal ini merupakan bentuk konkrit tantangan perusahaan untuk mencoba mengembangkan produknya yang mempunyai nilai superior, menetapkan harga yang bersaing, mendistribusikan serta mempromosikan secara efektif sehingga dapat memenuhi atau memuaskan kebutuhan pelanggan dengan lebih efektif dan efisien dibanding pesaing.

PDAM Kota Bandung telah memulai suatu proyek yaitu memproduksi AMDK (Air Mineral Dalam Kemasan), yang bertujuan untuk menyediakan air sehat berkualitas dan menyehatkan bagi masyarakat dengan cara konsisten menjaga mutu dan harga sehingga dapat bersaing dipasaran serta untuk menambah pendapatan bagi PDAM Kota Bandung dengan merk Hanaang dan Watermed. Dalam perjalanannya banyak hambatan dan permasalahan penjualan AMDK dari kapasitas produksi yang dihasilkan oleh perusahaan, baru sekitar 30-40% yang terjual dengan alasan produk tersebut belum banyak diminati dan dikenal orang pada umumnya. Penelitian ini bertujuan menganalisis dan merumuskan suatu rancangan strategi serta mengimplementasikan strategi dengan cara melakukan penataan sistem distribusi. Metodologi yang digunakan dalam merumuskan strategi adalah menggunakan matrik IFE dan matrik EFE, tahap penyesuaian menggunakan matrik SWOT dan tahap keputusan menggunakan matrik *Quantitative Strategic Planning Matrix* (QSPM). Untuk Penataan Sistem Distribusi menentukan Jumlah dan Lokasi Distribution Center menggunakan Metode *Cluster*.

Berdasarkan hasil analisis diperoleh bahwa untuk mengatasi permasalahan di PDAM sekarang ini adalah dengan menerapkan strategi integrasi ke depan yaitu strategi untuk meningkatkan *market share* suatu produk atau jasa melalui usaha pemasaran yang lebih baik dan lebih besar. Berdasarkan strategi integrasi ke depan dan kebijakan perusahaan yang telah ditetapkan kemudian diimplementasikan dengan melakukan penataan sistem distribusinya dengan cara penentuan jumlah dan lokasi distribution center yang tepat dengan menggunakan analisis cluster. Berdasarkan metode cluster dan *demand* yang dilayani oleh PDAM diperoleh hasil bahwa distribution center yang optimal dengan kriteria total ongkos logistik minimum yaitu memiliki 1 gudang pusat (satu *distribution center*) yang terletak di pabriknya sendiri.

## PENDAHULUAN

Dewasa ini banyak sekali perusahaan yang bergerak dalam bidang pemasaran air kemasan, yang menjadikan bentuk konkrit tantangan di bidang pemasaran air kemasan ini adalah setiap perusahaan mencoba mengembangkan produknya yang mempunyai nilai superior, menetapkan harga yang bersaing, mendistribusikan serta mempromosikan secara efektif sehingga dapat memenuhi atau memuaskan kebutuhan pelanggan dengan lebih efektif dan efisien dibanding pesaing. Permasalahan lainnya adalah berkaitan dengan keputusan saluran distribusi yang sering kali membutuhkan komitmen jangka panjang terhadap perusahaan lain. Sehingga didapat solusi yang tepat yang merupakan alternatif terbaik terhadap penentuan alokasi pendistribusian produk.

Dalam perjalanannya banyak hambatan dan permasalahan penjualan AMDK dari kapasitas produksi yang dihasilkan oleh perusahaan, baru sekitar 30-40% yang terjual dengan alasan produk tersebut belum banyak diminati dan dikenal orang pada umumnya sehingga diperlukan waktu untuk penerimaan AMDK Hanaang dan Watermed sebagai air mineral oleh konsumen. Jika dilihat dari saluran distribusinya, langkah yang dilakukan PDAM kota Bandung sekarang ini yaitu dengan memperkerjakan beberapa karyawan untuk mencari pengecer-pengecer yang mau menjual produk Hanaang dan Watermed. Berikut gambaran saluran distribusi AMDK PDAM Kota Bandung



Gambar 1. Saluran Distribusi AMDK Kota Bandung

Untuk meningkatkan volume penjualan yang lebih baik maka dibutuhkan suatu strategi yang mampu secara cepat dan terfokus untuk memberikan kebutuhan kepada konsumen, dengan cukup fleksibel di dalam merespon perubahan tuntutan konsumen dan persaingan. Salah satu strateginya adalah dengan berusaha untuk mencari kesesuaian antara kekuatan, kelemahan internal perusahaan dan peluang, ancaman eksternal suatu pasar dan dapat menganalisis serta memanfaatkan faktor-faktor lingkungan internal dan eksternal perusahaan sebagai salah satu

dasar dalam pengambilan strategi yang tepat berdasarkan kondisi pasar yang ada sehingga tetap mampu mempertahankan keunggulannya.

Setelah merumuskan strategi dengan memanfaatkan faktor-faktor lingkungan internal dan eksternal perusahaan, agar perusahaan mampu meneruskan kelanggaan usahanya maka harus dilakukan penelitian lebih lanjut yaitu dengan mengimplementasikan strategi tersebut dengan cara melakukan penataan sistem distribusinya.

## LANDASAN TEORI

### Pengertian Strategi

Menurut William F. Glueck dan Lawrence Jauch, yang diartikan dengan strategi adalah : **Sebuah rencana yang disatukan, luas dan terintegrasi, yang menghubungkan keunggulan strategi perusahaan dengan tantangan lingkungan dan yang dirancang untuk memastikan bahwa tujuan utama perusahaan dapat dicapai melalui pelaksanaan yang tepat oleh organisasi**<sup>(10)</sup>

Dari pengertian tersebut, dapatlah disimpulkan bahwa strategi perusahaan adalah suatu kesatuan rencana yang menyeluruh, komprehensif dan terpadu yang diarahkan untuk mencapai tujuan perusahaan.

### Formulasi usulan strategis

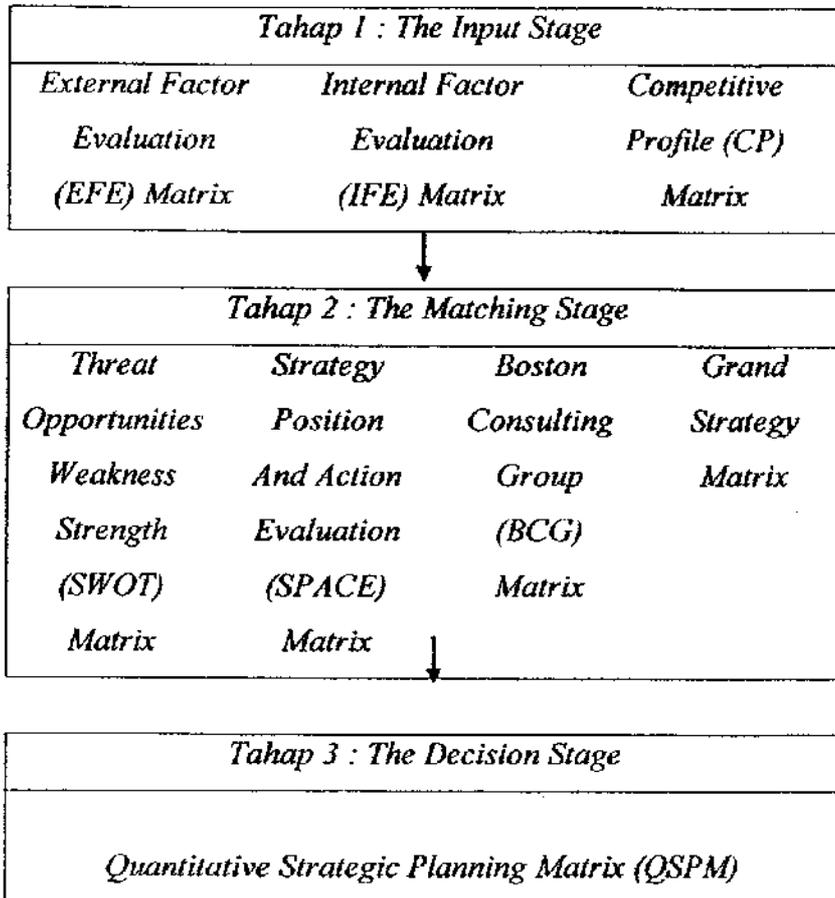
Berdasarkan gambar kerangka perumusan strategi, maka didapatkan langkah-langkah penentuan strategi terdiri dari 3 tahap : yaitu tahap input (tahap 1), tahap penyesuaian (tahap 2), dan tahap keputusan (tahap 3). Tahap 1 disebut sebagai tahap input, kerangka kerja perumusan strategi ini terdiri dari dua macam matrik, yaitu matrik IFE dan matrik EFE. Kedua matrik tersebut bertugas menyimpulkan informasi dasar yang diperlukan dalam merumuskan strategi-strategi.

Tahap 2 sebagai tahap penyesuaian, berfokus pada pembangkitan strategi-strategi alternatif yang dapat dilaksanakan melalui penggabungan faktor eksternal dan internal. Pada tahap 2 ini mencakup matrik TOWS/SWOT dan matrik IE.

Tahap 3, disebut sebagai tahap keputusan terdiri dari satu teknik yaitu : *Quantitative Strategic Planning Matrix*. QSPM ini menggunakan input informasi dari tahap 1 untuk mengevaluasikan secara obyektif strategi-strategi alternatif hasil dari tahap 2 yang dapat diimplementasikan,

sehingga dapat memberikan suatu basis objektif bagi pemilihan strategis-strategis yang paling cepat.

Menurut Fred R. David<sup>(12)</sup> cara menentukan strategis adalah dengan melakukan tiga tahapan, gambar 2 menunjukkan ketiga tahapan perumusan strategi.



Gambar 2. Kerangka perumusan Strategi

### Manajemen Logistik

Kegiatan logistik merupakan kegiatan yang dimiliki oleh setiap perusahaan ataupun setiap kegiatan usaha. Aktivitas logistik meliputi lokasi fasilitas, transportasi, inventarisasi, dan penyimpanan. Karena logistik mencakup aspek dan kegiatan yang sangat luas, maka ada beberapa definisi logistik.

Adapun definisi logistik yang dikemukakan oleh *Council of Logistics Management (CLM)*<sup>(1)</sup> adalah sebagai berikut :

*"Logistics is the process of planning, implementing, and controlling the efficient, cost-effective flow and storage of raw material, in-process inventory, finished goods and related information from point of origin to point of consumption for the purpose of conforming to customer requirements"*

### **Model Lokasi Fasilitas Jamak**

Masalah lokasi fasilitas yang cukup kompleks yang sering timbul pada perusahaan salah satunya yaitu ketika harus dibuat lebih dari dua fasilitas harus ditentukan secara bersamaan.

Pertanyaan yang mendasar yang berhubungan dengan lokasi fasilitas jamak <sup>(1)</sup> diantaranya :

- Berapa banyak sebaiknya gudang ada dalam suatu jaringan logistik? Berapa ukuran gudang dan dimana lokasinya?
- Konsumen mana yang seharusnya dilayani oleh setiap gudang? Serta gudang mana saja yang harus disuplai dari pabrik atau pemasok?
- Produk mana saja yang harus disimpan pada setiap gudang serta produk mana saja yang harus dikirim secara langsung dari pabrik ke konsumen?

Metode lokasi fasilitas jamak telah mengalami perkembangan untuk menjawab semua pertanyaan diatas. Metode yang dimaksud diantaranya yaitu metode algoritma dan metode cluster, simulasi dan metode sampling dan metode heuristik <sup>(1)</sup>

### **Metode Cluster**

*Cluster analysis. A fundamental problem in multiple facility location analysis is assigning customer demand to potential facility locations. Because there are so many possibilities for this assignment when there are many customer and many facility locations, some way of making the assignment in a logical and efficient fashion is useful.*<sup>(1)</sup>

Dalam metode ini daerah-daerah pemasaran dikelompokkan untuk mendapatkan lokasi dan jumlah gudang yang optimal, dengan tujuan untuk memperoleh keseimbangan antara ongkos transportasi dengan ongkos simpan sehingga dapat diperoleh total ongkos logistik yang

minimum. Perhitungan metode Cluster dilakukan dengan cara iterasi, untuk mendapatkan total ongkos minimum.

The clustering process can be outlined for a warehouse location problem as follows :

1. *Begin with a ware house at each demand or market site. Cost out this solution involving the maximum number of facilities.*
2. *Reduce the number of warehouses by grouping (clustering) two customers (a customer cluster) that are nearest each other to form a new cluster and potential warehouse location*
3. *Determine the centroid (center of gravity) or location of the new customer group and assign a warehouse in this location*
4. *Determine the total costs for this reduced number of locations*
5. *Repeat steps 2 through 4 until customer service considerations make further clustering disadvantageous, total cost increase, or only one location remains*

Adapun langkah-langkah perhitungan menggunakan metode Cluster adalah sebagai berikut :

### **1. Membuat peta dan jala - jala**

Pembuatan peta dan jala - jala (grid) pada metode ini adalah untuk mengetahui letak lokasi dan jarak masing-masing daerah pemasaran dengan melakukan pemetaan dan menentukan titik kordinat.

### **2. Grid koordinat**

Grid koordinat dibuat berdasarkan peta dengan tentukan skalanya agar kedudukan suatu daerah pemasaran dapat dinyatakan dalam bentuk matematik koordinat (x,y).

### **3. Mengasumsikan calon lokasi distribution center sama dengan lokasi daerah pemasaran dan menghitung total biaya awal logistik.**

Sebagai langkah awal perhitungan pengelompokan adalah menetapkan calon lokasi distribution center berada pada masing-masing lokasi pemasaran, sehingga calon distribution center dianggap berada pada setiap daerah pemasaran.

### **Penentuan Titik Sentral (*Central of Gravity*)**

Untuk menentukan titik sentral (*Central of Gravity*) digunakan titik koordinat dari minimal dua lokasi daerah pemasaran terdekat yang dikelompokan.

$$x = \frac{(x_1.d_1) + (x_2.d_2)}{d_1 + d_2} \text{----- (2.1)}$$

$$Y = \frac{(Y_1.d_1) + (Y_2.d_2)}{d_1 + d_2} \text{----- (2.2)}$$

Dimana :

X<sub>1</sub> = Koordinat X pada lokasi daerah pemasaran 1

X<sub>2</sub> = Koordinat X pada lokasi daerah pemasaran 2

Y<sub>1</sub> = Koordinat Y pada lokasi daerah pemasaran 1

Y<sub>2</sub> = Koordinat Y pada lokasi daerah pemasaran 2

d<sub>1</sub> = Jumlah permintaan (*demand*) pada lokasi daerah pemasaran 1

d<sub>2</sub> = Jumlah permintaan (*demand*) pada lokasi daerah pemasaran 2

**4. Penentuan Jarak (km)**

Jarak antara lokasi calon distribution center dapat dihitung dengan persamaan *Euclidean* berikut :

$$a_1 = k\sqrt{(X_1 - X)^2 + (Y_1 - Y)^2} \text{----- (2.3)}$$

Dimana :

D = Jarak (km)

K = Skala peta yang digunakan

$X_1$  = Titik Koordinat X untuk daerah pemasaran 1

$Y_1$  = Titik koordinat Y untuk daerah pemasaran 2

$X$  = Titik kordinat X untuk titik sentral

$Y$  = Titik kordinat Y untuk titik sentral

5. **Penentuan Ongkos Transportasi (*Transport Cost*)** meliputi ongkos tetap dan ongkos variabel

6. **Penentuan Biaya Simpan (*Carrying Cost*)**

$$\text{Carrying Cost} = (\text{Ongkos simpan}(\text{Unit}) \sqrt{\text{Total Demand}}) \frac{\text{Demand}}{\text{Total Demand}} \dots\dots\dots(2.4)$$

7. **Penentuan Ongkos Tetap (*Fixed Cost*)**

Ongkos tetap distribution center ditentukan berdasarkan total pengeluaran operasional distribution center per tahun dan besarnya titik dipengaruhi jumlah atau volume barang yang disimpan.

$$FC = FC / \text{tahun} \cdot \frac{\text{Demand}}{\text{demand}_1 + \text{demand}_2} \dots\dots\dots(2.5)$$

8. **Menghitung Total Ongkos Logistik (*Total Cost*)**

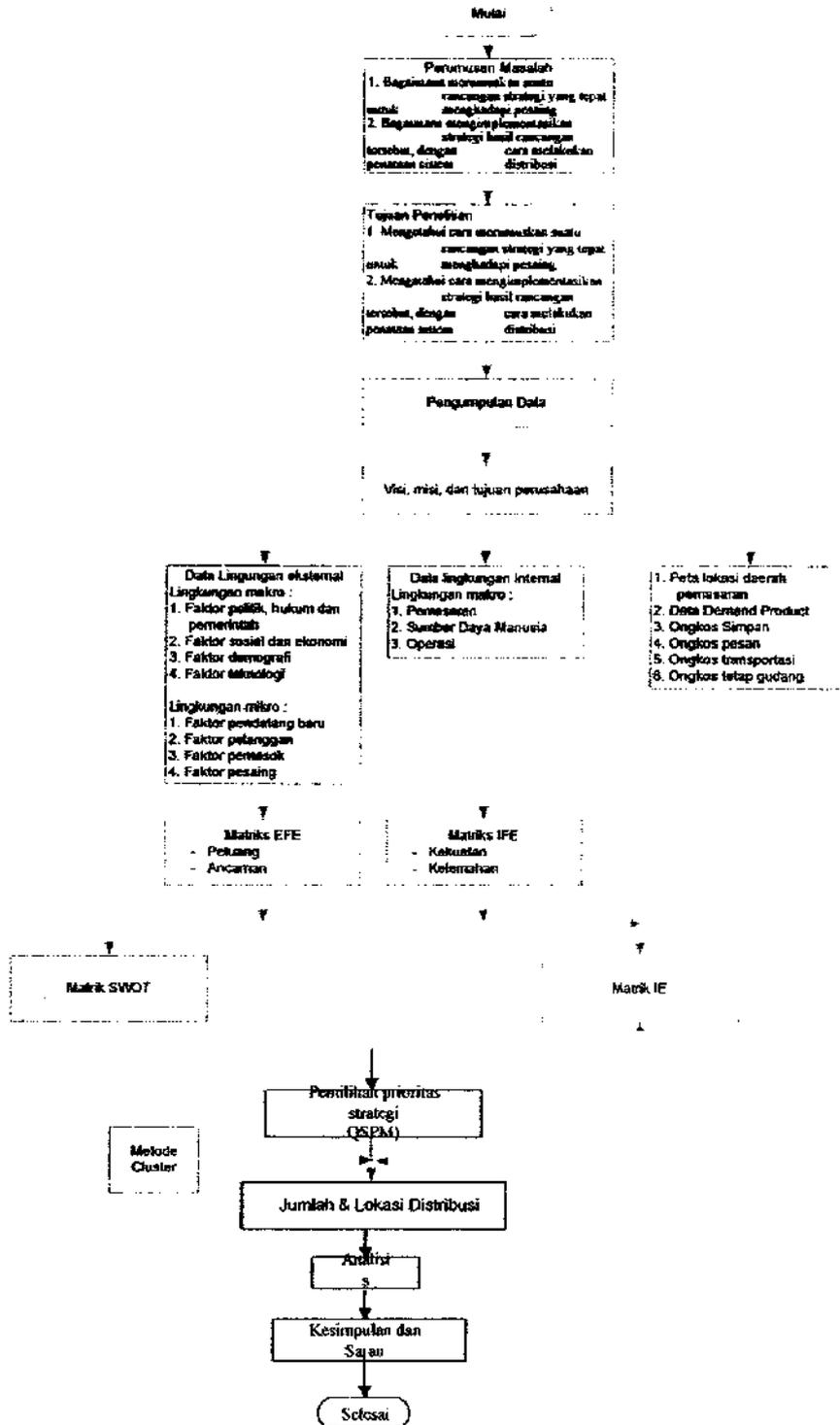
Total ongkos logistik diperoleh dengan cara menjumlahkan ongkos transportasi (*Transport Cost*), Ongkos Simpan (*Carrying Cost*), Ongkos Tetap distribution center (*fixed Cost*) pada setiap iterasinya. Perhitungan iterasi dilanjutkan jika total ongkos logistik menurun, namun jika total ongkos logistik meningkat maka perhitungan cluster dihentikan.

9. **Lokasi Distribution Center Baru**

Dari hasil perhitungan menggunakan metode *cluster*, maka didapatkan hasil dimana saja lokasi distribution center didirikan dan jumlah distribution center distribusi yang harus dibuat.

## METODOLOGI PENELITIAN

Adapun langkah-langkah pemecahan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3 Flowchart pemecahan masalah

## **Pengumpulan Data**

Dalam merumuskan strategi, pengumpulan data yang dilakukan oleh penulis adalah dengan cara observasi langsung ke objek penelitian dan melakukan wawancara dengan kepala bagian, staf dan pihak lain yang berkepentingan. Dalam penelitian ini, data-data dan informasi yang dikumpulkan merupakan input untuk diolah sehingga mendapatkan suatu output yang diharapkan. Pengumpulan data yang diperlukan dalam penelitian ini berupa data internal dan data eksternal.

1. Data internal yaitu merupakan data yang dapat diperoleh dari dalam perusahaan itu sendiri, dimana kita dapat melihat dan menilai kekuatan dan kelemahan yang dimiliki perusahaan.
2. Data eksternal yaitu merupakan data yang dikumpulkan berupa faktor eksternal yang diperoleh dari lingkungan luar perusahaan, sehingga dapat melihat peluang dan ancaman yang penting untuk diketahui sebagai bahan acuan dan perbandingan bagi perusahaan.

### **Visi, misi dan tujuan perusahaan**

Pada langkah ini, formulasi ditujukan pada cita-cita perusahaan tentang keadaan di masa yang akan datang, yang diinginkan untuk terwujud oleh seluruh personel perusahaan. Misi ditujukan sebagai penjabaran secara tertulis mengenai visi, agar visi menjadi mudah dimengerti atau jelas bagi seluruh karyawan. Serta formulasi tujuan perusahaan ditujukan pada penetapan tujuan perusahaan baik itu tujuan jangka panjang maupun tujuan jangka pendek. Semuanya itu adalah penting yang berguna untuk menyusun strategi sehingga sesuai dengan misi, sasaran serta kebijakan perusahaan.

Data-data lain yang dibutuhkan untuk pengolahan data adalah sebagai berikut :

#### **a. Data peta lokasi pemasaran produk di Jawa Barat**

Peta ini untuk mengetahui daerah mana saja yang termasuk daerah pemasaran produk AMDK PDAM di Jawa Barat yang dipasok dari lokasi pabrik di Jalan Sersan Bajuri No.5 Ledeng, Bandung.

#### **b. Data penjualan produk**

Data ini digunakan dalam menentukan target penjualan perusahaan untuk kebutuhan produk AMDK jenis gallon Hanaang dan Water Med selama satu tahun mendatang.

**c. Data ongkos transportasi**

Data yang termasuk transportasi ini meliputi ongkos tetap dan ongkos variabel dimana ongkos tetap meliputi ongkos supir, pemeliharaan kendaraan, depresiasi, serta ongkos variabel meliputi ongkos jarak antara lokasi distribution center dengan lokasi daerah pemasaran dan jumlah permintaan yang diangkut.

**d. Data ongkos simpan**

Yang termasuk ongkos simpan adalah ongkos yang dibebankan kepada perusahaan karena penyimpanan barang yang dilakukan sebelum dipasarkan kepada konsumen. Pada penelitian ini ongkos simpan sudah ditentukan oleh perusahaan yaitu sebesar 10% / tahun dari harga jual produk

**e. Ongkos Pesan**

Ongkos pesan merupakan ongkos yang dikeluarkan setiap kali memesan AMDK pada perusahaan yang besarnya tidak tergantung pada jumlah barang yang dipesan. Ongkos pesan ini terdiri dari ongkos telepon dan faksimili

**f. Biaya ongkos tetap gudang**

Ongkos ini merupakan ongkos yang dikeluarkan perusahaan setiap tahunnya yang meliputi :

- Biaya perawatan gudang.
- Biaya operasional gudang yang meliputi biaya gaji tenaga kerja gudang, serta keamanan.
- Biaya listrik, telepon yang dipakai pada gudang.

**Pengolahan Data**

Pada tahap ini, data-data yang telah dikumpulkan kemudian diolah dengan menggunakan model yang telah ditentukan.

### **Langkah-langkah Perumusan Strategi**

Langkah-langkah pengolahan data dalam membuat perumusan strategi diuraikan sebagai berikut :

1. Tahap Input yaitu membentuk, menilai dan memilih strategi tersebut juga dengan formulasi strategi. Teknik formulasi strategi dapat diintegrasikan menjadi tiga tahap kerangka kerja proses pengambilan keputusan. Tahap pertama disebut tahap input dimana tahap ini dikumpulkan informasi dasar untuk merumuskan strategi, yaitu matrik IFE, matrik EFE. Sehingga diperoleh data-data yang diperlukan untuk proses selanjutnya pada tahap penyesuaian.
2. Tahap Penyesuaian Tahap kedua disebut tahap penyesuaian, dimana dalam tahap ini analisis difokuskan pada penyesuaian strategi dengan mengacu pada faktor internal dan eksternal. Termasuk didalamnya adalah matrik Strengths Weaknesses Opportunities Threats (SWOT), dan matrik Internal-External (IE). Pada tahap ini seluruh alternatif strategi telah diidentifikasi dengan menggunakan matrik SWOT, tipe atau arah strategi dari hasil analisis matrik IE. Penggunaan berbagai macam analisis ini dimaksudkan agar seluruh aspek kekuatan dan kelemahan perusahaan dapat terakomodasi dengan baik dan tidak hanya dari satu sudut pandang saja dalam memanfaatkan peluang menghindari ancaman eksternal.
3. Tahap Keputusan tahap ketiga disebut sebagai tahap keputusan. Dalam tahap ini digunakan teknik tunggal yang disebut *Quantitative Strategic Planning Matrix* (QSPM). QSPM menggunakan informasi dari tahap pertama untuk mengevaluasi alternatif strategi yang dihasilkan pada tahap kedua. QSPM memperlihatkan daya tarik relatif dan alternatif-alternatif strategi dan kemudian menyediakan dasar pemikiran dalam pemilihan strategi yang lebih spesifik. Semua teknik analisis yang termasuk dalam kerangka kerja formulasi-formulasi strategi tersebut, membutuhkan integrasi dan intuisi serta analisis. Sehingga selain analisis secara objektif tersebut, termasuk didalamnya intuisi dan ahli strategi yang mendasari penyusunan strategi. Dengan demikian untuk perusahaan yang berbeda sangatlah kecil kemungkinan didapatkan hasil akhir, alternatif akhir pemilihan strategi yang sama.

### **Penataan Sistem Distribusi Untuk menentukan Jumlah dan Lokasi Distribution Center dengan Metode Cluster**

Masalah yang paling mendasar dalam analisis lokasi fasilitas (distribution center) jamak adalah bagaimana memutuskan lokasi fasilitas (distribution center) yang potensial terhadap permintaan dan daerah pemasaran. Dalam hal ini metode yang digunakan adalah metode *Cluster* (Pengelompokan). Dalam metode ini daerah-daerah pemasaran dikelompokkan untuk mendapatkan lokasi dan jumlah gudang yang optimal, dengan tujuan untuk memperoleh keseimbangan antara ongkos transportasi dengan ongkos simpan sehingga dapat diperoleh total ongkos logistik yang minimum. Perhitungan metode *Cluster* dilakukan dengan cara iterasi, untuk mendapatkan total ongkos minimum.

## HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS

Total skor yang didapat dari hasil perhitungan matrik IFE diperoleh total skor = 3,27 dari nilai rata-rata industri yang telah ditentukan sebelumnya sebesar 2,5 yang menunjukkan bahwa posisi internal sebelumnya yang kuat dan dapat mengantisipasi ancaman eksternal yang ada. Dengan kekuatan yang ada, pihak perusahaan mampu menghadapi ancaman-ancaman eksternal yang datang dan mengurangi dampaknya dengan baik.

Total skor yang didapat dari hasil perhitungan matrik EFE di peroleh total skor sebesar = 3.31. Hal ini menunjukkan bahwa posisi internal perusahaan yang kuat berusaha dalam menghadapi ancaman eksternal yang ada. Dengan peluang-peluang yang ada, pihak perusahaan mampu menghadapi ancaman-ancaman eksternal yang datang dan mengurangi dampaknya dengan baik..

### Tahap Penyesuaian (*Matching Stage*).

Pada tahap kedua ini yaitu tahap penyesuaian (*Matching Stage*) matrik yang digunakan adalah matrik-matrik berikut:

1. Matrik SWOT, dan
2. Matrik IE.

### Matrik SWOT

Dari kekuatan dan kelemahan serta peluang dan ancaman dari PDAM kota Bandung dapat dipetakan alternatif-alternatif strategi yang berguna, sehingga dapat

dijadikan suatu acuan bagi perusahaan untuk meningkatkan produktivitasnya dan dapat meningkatkan persaingan pangsa pasar yang ada.

**Strategi SO (*Strength-Opportunities*).**

1. Meningkatkan kapasitas produksi
2. Meningkatkan jaringan distribusi ke daerah-daerah industri yang belum diraih PDAM Kota Bandung.
3. Melakukan pengembangan pasar
4. Melakukan terus pengembangan produk
5. Meningkatkan pelatihan Sumber Daya Manusia
6. Meraih para konsumen yang lebih dengan ketersediaan fasilitas yang lebih

**Strategi WO (*Weakness - Opportunities*)**

1. Meningkatkan pangsa pasar.
2. Meningkatkan kualitas para pekerja
3. Meningkatkan promosi yang lebih gencar
4. Meningkatkan alternatif strategi kearah yang lebih baik

**Strategi ST (*Strength - Threats*)**

1. Melakukan pengembangan terhadap pasar/produk untuk mengatasi kemerosotan pelanggan
2. Tingkatkan daya saing yang semakin kuat
3. Melakukan inovasi terus terhadap produk
4. Melakukan sesuatu untuk dapat memberikan kepercayaan terhadap pemasok dengan fasilitas yang tersedia

**Strategi WT (*Weakness-Threats*)**

1. Melakukan pengembangan produk
2. Melakukan pengembangan pasar
3. Melakukan penetrasi pasar
4. Mempertahankan dan meningkatkan produktivitas kerja
5. Meningkatkan strategi bisnis yang lebih baik untuk mengatasi kelemahan dan menghindari ancaman.

**Matrik Internal - Eksternal (IE)**

Dengan menggunakan hasil evaluasi dari matrik IFE dan EFE, maka dapat diketahui matrik IE (*Internal - eksternal*), sumbu horizontal matrik IE adalah skor bobot keseluruhan matrik IFE, yaitu sebesar 3,27 sedangkan sumbu vertikalnya adalah skor bobot keseluruhan matrik EFE yaitu sebesar 3,31.

Sehingga dapat diketahui bahwa posisi perusahaan berada pada sel I mengingat PDAM kota Bandung merupakan perusahaan yang telah berdiri sejak lama, maka strategi yang sesuai dengan kondisi perusahaan adalah *Grow and Build* dengan skor 3,27 ; 3,31 berarti posisi internal ada dalam keadaan kuat dan eksternal baik. Maka strategi yang cocok bagi perusahaan ini adalah *Grow and Build* yaitu strategi integrasi ke depan, strategi integrasi ke belakang, dan strategi integrasi horizontal.

### **Tahap Pengambilan Keputusan**

Dari hasil pengolahan data dengan menggunakan QSPM ini diperoleh bahwa prioritas alternatif strategi yang paling menarik dan yang paling mungkin untuk dilakukan adalah berturut-turut sebagai berikut:

1. Strategi Integrasi ke Depan (*Forward Integration*) TAS= 6.70.
2. Strategi Integrasi Horizontal (*Horizontal Integration*) TAS= 6.64
3. Strategi Integrasi ke Belakang (*Backward Integration*) TAS= 6.52

Dari hasil pertumbuhan diketahui yang memiliki total skor tertinggi adalah strategi strategi integrasi ke depan yaitu sebesar 6,70 sehingga alternatif strategi yang paling sesuai untuk diterapkan pada PDAM kota Bandung sebagai produsen AMDK Hanaang dan Watermed adalah strategi integrasi kedepan.

### **Implementasi Dalam Pengambilan Keputusan**

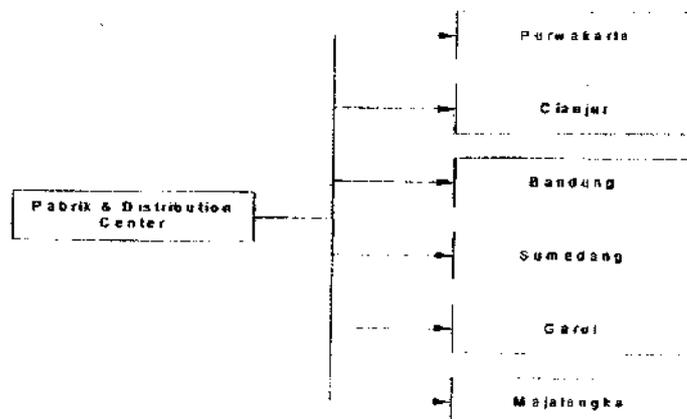
Berdasarkan perumusan strategi yang telah dipilih untuk menghadapi pesaing dengan melihat faktor internal dan eksternal, kemudian langkah selanjutnya perusahaan adalah menetapkan kebijakan. Dalam hal ini kebijakan yang ditetapkan perusahaan adalah sebagai berikut : Unit air minum dalam kemasan (AMDK) PDAM Kota Bandung akan selalu meningkatkan kualitas, kuantitas, dan kontinuitas produk yang berorientasi pada kepuasan pelanggan. Didukung oleh sumberdaya

manusia yang profesional di bidang manajemen dan pengelolaan AMDK serta dengan menerapkan Sistem Manajemen Mutu ISO 9001 versi 2000 secara konsekuen dan konsisten. Dari kebijakan tersebut kemudian perusahaan dapat mengambil suatu keputusan dengan melakukan penataan sistem distribusi.

Berdasarkan hasil *cluster* didapatkan bahwa lokasi distribution yang optimal menurut total ongkos logistik yang minimum dihasilkan dari iterasi ke-5 dengan jumlah *distribution center* yang dihasilkan sebanyak 1 buah untuk melayani semua daerah pemasaran di Jawa Barat (Bandung, Sumedang, Majalengka, Garut, Cianjur, Purwakarta). Lokasi gudang distribusi ini terletak pada koordinat (46.00 ; 22.50) berdasarkan kebijakan perusahaan dan melihat demand pasar yang terbesar adalah Bandung maka *distribution center* tetap berada di pabrik yaitu Jl Sersan Bajuri No 5 Ledeng Bandung Hal ini dikarenakan faktor lokasi ini lebih mudah diakses oleh sarana transportasi untuk memasarkan produk pada daerah pemasaran serta memiliki fasilitas pergudangan yang dilengkapi dengan sarana penyimpanan yang telah memenuhi kriteria penyimpanan AMDK gallon.

Sehingga dengan terpilihnya *distribution center* di Bandung sebagai lokasi gudang terpilih maka perusahaan memiliki rute pengangkutan yang jelas dapat memudahkan pemasaran produk AMDK gallon menuju lokasi pasar di mana saja.

Dengan lokasi gudang yang dipilih berdasarkan perhitungan metode *cluster* menurut total ongkos logistik yang minimum dengan cara menyeimbangkan ongkos simpan dan ongkos transportasi maka diperoleh struktur distribusi baru dimana pabrik memiliki 1 gudang pusat yang terletak di pabrik dan 1 *distribution center*. Untuk lebih jelasnya struktur distribusi yang baru dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini :



#### Gambar 4. Struktur Distribusi Baru PDAM Kota Bandung

### KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan hasil akhir dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisis dan perumusan rancangan strategi yang tepat untuk menghadapi pesaing dengan memperhatikan faktor internal dan eksternal perusahaan maka strategi yang terpilih adalah strategi integrasi ke depan
2. Berdasarkan strategi integrasi ke depan dan kebijakan perusahaan yang telah ditetapkan, kemudian diimplementasikan dengan melakukan penataan sistem distribusi dengan cara penentuan jumlah dan lokasi *distribution center* yang tepat. Dengan penataan sistem distribusi yang tepat diharapkan dapat menjadi pertimbangan perusahaan dalam mengambil keputusan yang berkaitan dengan masalah pendistribusian dan pelayanan logistik. Maka dalam pengambilan keputusan perusahaan, diperoleh struktur distribusi baru dimana pabrik memiliki 1 gudang pusat yang terletak di pabrik dan 1 *distribution center* yaitu Jl. Sersan Bajuri.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Ballou, Ronald. H, 1985, **Business Logistics Management Planning and Control**, Second Edition, Prentice Hall Inc, Englewood Cliffs, New Jersey.
2. \_\_\_\_\_, 1992, **Business Logistics Management**, Three Edition, Prentice Hall Inc, Englewood Cliffs, New Jersey.
3. \_\_\_\_\_, 1999, **Business Logistics Management Planning and Control**, Fourth Edition, Prentice Hall Inc, Englewood Cliffs, New Jersey.
4. David, Fred R., 2004, **Manajemen Strategi**, PT Prenhallindo, Jakarta.
5. Indrajit, Richardus. E., 2002, **Konsep Manajemen Supply Chain**, PT. Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta.
6. Jauch, Lawrence R., dan Glueck, William F., 1988, **Manajemen Strategis dan Kebijakan Perusahaan**, Erlangga, Jakarta
7. Kotler, Philip, dan Gary Armstrong., 1997, **Dasar-dasar Pemasaran**, Prenhallindo, Jakarta.

8. **Miranda dan Amin Widjaya. T, 2003, Manajemen Logistik dan Supply Chain Management,**  
Harvarindo, Jakarta.
9. **Porter, Michael E, 1998, Competitive Advantage, Erlangga, Jakarta.**
10. **Saladin, Djaslim., 2004, Manajemen Strategis dan Kebijakan Perusahaan,**  
Linda Karya, Bandung.
11. **Tersine, Richard J., 1994, Principle of Inventory and Materials Management,**  
Prentice Hall International Edition, Englewood Cliffs, New Jersey
12. **Umar, Husen., 2001, Strategic Management in Action, PT Gramedia Pustaka  
Utama, Jakarta.**

## EPQ PROBABILISTIK MODEL P DENGAN MENGGUNAKAN PARTIAL BACK ORDERING

Made Irma Dwiputranti  
Politeknik Pos Indonesia, Bandung,  
Jl. Sariasih No. 54 Bandung Telp.(022) 2009562 Fax(022) 2009568  
[irma\\_dwiputranti@yahoo.com](mailto:irma_dwiputranti@yahoo.com)  
Jurusan Logistik Bisnis, Politeknik Pos Indonesia

### Abstrak

Dalam makalah ini akan dikembangkan suatu model untuk persediaan EPQ partial *backorder* yang tadinya bersifat *deterministik* menjadi model EPQ partial *backorder* yang bersifat *Probabilistik* dengan *demand probabilistik* yang berdistribusi normal. Hal ini dikarenakan pada kasus yang nyata *demand* biasanya bersifat *probabilistik* sehingga bersifat tidak pasti dimana konsumen tidak selamanya mau menunggu, sehingga pihak produsen harus mempunyai *safety stock* untuk memenuhi kekurangan, selain dari *back order* dan *lost sales*.

Kata Kunci: *Inventory control; Production lot sizing; Partial backordering*

### Pendahuluan

Persediaan timbul disebabkan oleh terdapat ketidaksesuaian antara penyediaan dan waktu yang digunakan untuk memproses bahan baku. Pertanyaan mendasar dalam masalah persediaan adalah "Bagaimana mengatur kebijakan inventori yang terbaik bagi perusahaan agar tujuan perusahaan (minimasi ongkos) tercapai?". Pada sistem inventori terdapat dua pertanyaan mendasar yaitu kapan dan berapa banyak barang yang harus dipesan. Ketidakpastian tersebut bisa berasal dari pemakai berupa fluktuasi *demand*, pemasok berupa ketidaktepatan waktu pengiriman barang dan pengelola (manajemen) berupa ketidakhandalan dalam pengelolaan.

Model klasik yang umum digunakan sebagai model dasar untuk pemecahan masalah diatas adalah model EOQ (*Economic Order Quantity*), dengan menggunakan asumsi tradisional dimana barang selalu bisa toducerpenuhi. Kelanjutan dari model EOQ ini adalah EPQ (*Economic Production Quantity*) atau *Economic Manufacturing Quantity (EMQ)* model.

Fenomena persediaan dapat dijumpai suatu situasi dimana *demand* diketahui dengan pasti dengan asumsi konsumen selalu mau menunggu sampai barang datang, sehingga dari model EOQ dan EPQ muncul dua kasus *stock out* yaitu: *Back Order* dan *Lost Sales*. Dimana konsumen bersedia menunggu untuk pengantaran sedangkan yang lain tidak bersedia untuk menunggu. Untuk konsumen yang mau menunggu biasa pihak *supplier* akan memenuhi permintaan sesuai dengan waktu pengiriman yang normal akan tetapi dengan penawaran barang yang lebih mahal. Pada kasus *partial backorder* *stockout* dipenuhi sebagian melalui *backorder* dan sebagian lainnya menjadi *lost sales*.

Pada jurnal ini penulis mencoba untuk memperbaiki jurnal Pentico (2008) dimana jurnal ini banyak mendapat kritikan karena dinilai tidak masuk akal. Penulis mencoba untuk mengembangkan model persediaan EPQ partial *backorder* yang tadinya bersifat *deterministik* menjadi model EPQ partial *backorder* yang bersifat *Probabilistik* dengan *demand probabilistik* yang berdistribusi normal. Secara spesifik permasalahan yang ingin dikaji meliputi:

1. Bagaimana mengembangkan model persediaan partial *backorder* dengan *demand probabilistik* yang berdistribusi normal?

**Pendekatan dan Metodologi**

Model acuan yang digunakan pada pendekatan ini adalah model EOQ dengan kasus *backorder* dan *lost sales*. Model untuk EOQ dan EPQ banyak muncul pada berbagai *basic text*. Model ini dianalisis oleh Zipkin (2000) dan Pentiko dan Drake (2008) memberikan suatu sumber untuk dasar (*basic*) EOQ dengan *lost sales* secara umum dapat ditarik suatu kesimpulan untuk kasus EPQ.

**A. The pure Back Order models**

- o **Formulasi Model Matematika Model EOQ Back Order**
- o **Formulasi Model**

1. Ukuran lot pemesanan

$$Q^* = \sqrt{\frac{2C_o D}{C_h}} \sqrt{\frac{C_b + C_h}{C_b}}$$

Notasi:

Optimal Order Quantity :  $Q^*$

1. *Back order*

$$B^* = Q^* \left( \frac{C_h}{C_b + C_h} \right)$$

Notasi:

Maksimum *Back Order Quantity* :  $B^*$

2. Waktu antar pemesanan

$$T^* = \sqrt{\frac{2C_o}{DC_h}} \sqrt{\frac{C_b + C_h}{C_b}}$$

Notasi:

Waktu antar pemesanan :  $T^*$

Dalam mengembangkan model ini digunakan beberapa asumsi sebagai berikut:

1. Permintaan selama horison perencanaan bersifat probabilistik dan berdistribusi normal dengan rata-rata (D) dan deviasi standar (S)
2. Ukuran lot pemesanan konstan untuk setiap kali pemesanan
3. Harga barang konstan baik terhadap kuantitas barang yang dipesan maupun waktu
4. Ongkos pesan konstan unruk setiap kali pemesanan dan ongkos simpan sebanding dengan harga barang dan waktu penyimpanan.
5. Ongkos kekurangan sebanding dengan jumlah barang yang tidak dapat dipenuhi.
6. Tingkat pelayanan atau kemungkinan terjadinya kekurangan inventori diketahui atau ditentukan oleh pihak manajemen.

Kriteria Performansi Model EPQ dengan Partial Backorder Meminimasi ongkos tahunan pada suatu sistem horison perencanaan inventori.

Adapun variabel keputusan yang perlu ditetapkan dalam model ini terdiri atas variabel sebagai

berikut:

Q	Ukuran lot pemesanan
T	Panjang siklus pemesanan
I	Maksimum level <i>inventory</i> , dengan $\bar{I}$ merupakan rata-rata persediaan sepanjang tahun
S	Maksimum level <i>stockout</i> , termasuk <i>back order</i> dan lost sales
B	Maksimum posisi <i>back order</i> , dengan $\bar{B}$ merupakan rata-rata level <i>Back Order</i> sepanjang tahun ( $B = \beta S$ )
F	Rata-rata pengisian atau persentase dari permintaan yang akan diisi dari <i>stock</i>

Adapun Parameter yang dipergunakan dalam model EPQ Partial Back Order adalah sebagai berikut:

D	Permintaan barang selama horison perencanaan (biasanya satu tahun)
P	Tingkat produksi pertahun jika produksi secara konstan
S	Harga jual per unit
$C_o$	Biaya tetap untuk penempatan dan penerimaan pesanan
$C_p$	Biaya Variabel dari pembelian atau produksi per unit
$C_h$	Biaya simpan barang perunit pertahun
$C_b$	Biaya untuk menyimpan <i>back order</i> perunit per tahun
$C_g$	Biaya kehilangan per unit dari permintaan yang tidak dapat dipenuhi
$C_l = (s - C_p) + C_g$	Biaya untuk <i>lost sale</i> , termasuk kehilangan keuntungan ( <i>lost profit</i> )
$\beta$	Sebagian kecil dari kekurangan persediaan ( <i>stockout</i> ) yang akan di <i>Back order</i>

#### Formulasi dan Solusi Model

Fungsi tujuan dari model yang dikembangkan adalah minimasi ekspektasi ongkos operasi tahunan yang merupakan penjumlahan dari Ongkos produksi ( $C_p$ ), Ongkos persiapan (*setup*) ( $C_o$ ), Ongkos simpan ( $C_h$ ), Ongkos Back order ( $C_b$ ) dan Ongkos Lost Sales ( $C_l$ ).

$$\text{Ongkos Total} = \text{Ongkos Produksi} + \text{Ongkos Persiapan} + \text{Ongkos Simpan} \\ + \text{Ongkos Back Order} + \text{Ongkos Lost Sales}$$

Parameter Ongkos:

Ongkos Operasi Persediaan

- Ongkos produksi *tergantung dari jumlah yang diproduksi* ( $C_p$ )
- Ongkos persiapan (*setup*) / pengadaan ( $C_o$ )

- c) Ongkos simpan (Ch) semua pengeluaran untuk ongkos gudang, ongkos memiliki persediaan, ongkos kadaluwarsa, ongkos kerusakan, ongkos administrasi, dll
- d) Ongkos *back order* (Cb) ongkos yang dikeluarkan untuk melakukan *back order*
- e) Ongkos *Lost Sales* (Cl).

**1. Ongkos produksi**

Ongkos Produksi (OP) merupakan perkalian antara Demand (D) dengan Ongkos produksi per unit (CP)

$$O_p = D \times C_p$$

**2. Ongkos Pemesanan**

Ongkos Pemesanan (Op) pertahun merupakan perkalian antara frekuensi produksi (f) dan ongkos tetap untuk per setiap kali menerima pesanan (Co).

$$O_p = f \times C_o$$

Dimana:

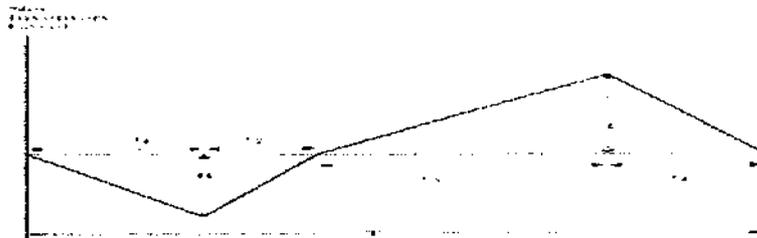
$f = D/Q$ ;  $T = Q/D$ , sehingga:

$f = 1/T$

$O_p = 1/T \times C_o$

$$O_p = \frac{C_o}{T}$$

**3. Ongkos Simpan**



**Grafik 1.1. EPQ Partial Backorder**

Panjang T dapat dibagi ke dalam 4 interval:

$$t_1 = (1 - F) T (1 - \beta D/P)$$

$$t_2 = (1 - F) T (\beta D/P)$$

$$t_3 = FTD / P$$

$$t_4 = FT (1 - D)/P$$

Dengan keempat interval, kita dapat mencari nilai maksimum inventori (I) dan maksimum backorder (B). Dari grafik diatas untuk mencari nilai inventori maksimum (I) diperoleh dari production rate (p) dikurangi dengan permintaan (demand)  $\rightarrow (p-d)$ .

- ❖ Terdapat inventori positif selama  $t_3$ .
- ❖ Sehingga untuk mencari inventori maksimum adalah:

$$I = (p - d) t_3$$

Dimana  $t_3 = \frac{FTD}{P}$

- ❖ Jadi  $I = \frac{FTD}{T} \times (p - d)$  Terdapat inventory pada saat  $t_3$  dan  $t_4$

$$t_{34} : t_3 + t_4 : \frac{FTD}{P} + FT(1 - \frac{D}{P}) : FT$$

Sehingga inventori rata-rata:

4. Ongkos Simpan  $FTD \left(1 - \frac{D}{P}\right) \times FT = \frac{1}{2} F^2 TD \left(1 - \frac{D}{P}\right)$

Demand yang dinotasikan dengan  $x$ ,  $f(x)$  dilambangkan sebagai probabilitas distribusi dan  $r$  di notasikan sebagai reorder (pemesanan kembali). Sehingga, *expected average demand* (ekspektasi demand rata-rata) adalah:

$$\bar{x} = \int_0^{\infty} f(x)dx$$

Kekurangan dapat terjadi hanya jika permintaan selama waktu *set up* melebihi *reorder point*, yaitu:

$$E(x > r) = \int_r^{\infty} (x - r)f(x)dx$$

Ekspektasi Biaya kekurangan per periode akan menjadi kekurangan perperiode dikalikan dengan ekspektasi jumlah unit per unit perperiode, yaitu:

$$E(x > r) = \pi \int_r^{\infty} (x - r)f(x)dx$$

Pada periode tahunan jumlah periode ketika terjadi kekurangan adalah  $(D/Q)$ , sehingga ekspektasi biaya kekurangan adalah :

$$= \frac{D\pi}{Q} \int_r^{\infty} (x - r)f(x)dx$$

*Net Inventory* akan digunakan untuk menentukan biaya simpan, pada dasarnya inventory mencapai titik minimum sebelum produksi dilakukan dan mencapai titik maksimum ketika produksi telah berakhir. Sehingga pada saat titik minimum, maka untuk memenuhi kekurangan muncul *safety stock* yang dinotasikan dengan  $(S)$ . Sehingga *safety stock* jumlahnya melebihi rata-rata penggunaan sepanjang waktu *set up* produksi yang akan mempengaruhi ongkos simpan, dalam kasus *back order* dimungkinkan adanya *inventory* negatif yang berarti bahwa permintaan akan dipenuhi secara *backorder*. Oleh sebab itu ekspektasi harga  $S$  dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$S = \int_0^{\infty} (r - x)f(x)dx = \int_0^{\infty} rf(x)dx - \int_0^{\infty} xf(x)dx = r - \bar{x}$$

Dimana:

$r$  = titik pemesanan ulang

$\bar{x}$  = ekspektasi demand selama waktu ancap - ancap

Sehingga Ongkos Simpan diperoleh sbb:

$$s = \int_0^{\infty} (R - z)f(x)dx$$

$$= R - \int_0^{\infty} zf(x)dx$$

$$\int_0^{\infty} zf(x)dx = D(L + T)$$

Dimana =  $DL + TD$

$$S = R - DL + TD$$

Dengan demikian diperoleh ekspektasi inventori ( $m$ ) sebagai berikut:

$$m = R - DL - TD + \frac{TD}{2}$$

$$m = R - DL - \frac{TD}{2}$$

$$C_h = \frac{DTF^2}{2} \left(1 - \frac{D}{P}\right) + \int_0^{\infty} rf(x)dx - \int_0^{\infty} xf(x)dx$$

$$C_h = \frac{DTF^2}{2} \left(1 - \frac{D}{P}\right) + r - \bar{x}$$

3. Ongkos Kekurangan Dinotasikan dengan (N), sehingga dapat dinotasikan sebagai berikut:

$$N_T = f \times N$$

dimana:

$$f: D/Q \text{ dan } N = \int_r^{\infty} (x-r)f(x)dx$$

Sehingga Ongkos kekurangan inventori  $O_K$  dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$O_K = C_u \frac{D}{Q} \int_r^{\infty} (z-R)f(x)dx$$

Dengan mensubstitusikan :  $T = \frac{Q}{D} \rightarrow Q = TD$  didapatkan:

$$O_K = \frac{C_u D}{TD} \int_r^{\infty} (z-r)f(x)dx \rightarrow O_K = \frac{C_u}{T} \int_r^{\infty} (z-R)f(x)dx$$

Notasi:

N: Jumlah kekurangan inventori

f: ekspektasi frekuensi siklus selama satu tahun

$C_u$  : Ongkos kekurangan inventori setiap unit barang (Rp per unit)

#### 4. Ongkos Back Order

Ongkos backorder diperoleh dari perkalian ongkos backorder ( $C_b$ ) dengan rata-rata tingkat backorder . Dari grafik dapat diketahui rata-rata backorder diperoleh dari nilai rata-rata luas segitiga dengan tinggi B dan alas  $t1 + t2 = (1-F)T$ , dikalikan dengan waktu terjadinya *backorder*  $(1-F)$ .

$$\text{Dimana: } B = \beta D(1-F)T(1 - \frac{\beta D}{P})$$

Maka rata-rata backorder adalah:

$$\bar{B} = \beta DT(1-F)^2(1 - \frac{\beta D}{P})$$

#### 5. Ongkos Lost Sales

❖ Ongkos lost sale terjadi dikarenakan adanya konsumen yang tidak mau menunggu sehingga perusahaan mengalami kehilangan keuntungan per unit lost sale.

❖ Sehingga biaya lost sale (Cl) diperoleh dari pengurangan harga perjual per unit (s) dengan biaya pembelian atau produksi per unit (Cp) ditambah dengan kehilangan keuntungan per unit akibat demand yang tidak terpenuhi (Cg)

$$❖ Cl = (s-Cp)+Cg$$

❖ Ongkos lost sale diperoleh dari perkalian biaya lost sale perunit dengan jumlah permintaan yang tidak dipenuhi.

- Jumlah permintaan yang tidak dapat dipenuhi diperoleh dari demand (D) dikalikan proporsi stockout yang tidak dapat di back order (1-β) dan kemungkinan stockout yang tidak dapat dipenuhi dari stock on hand (1-F).

Sehingga Ongkos Lost Sales dapat dituliskan sebagai berikut:

$$= C_l D(1 - \beta)(1 - F)$$

Dengan demikian formulasi matematik dari model dapat dinyatakan sbb:

$$Tc = C_p D + \frac{C_0}{T} + \frac{C_h D F^2}{2} \left(1 - \frac{D}{P}\right) + (R - DL + \frac{DT}{2} + \frac{C_u}{T} \int_r^\infty (z - R) f(z) dz + \beta C_b D T (1 - F)^2 + C_l D (1 - \beta)(1 - F)$$

#### 4. Pengembangan Model

Dari formulasi model diatas maka akan dicari penembangan model untuk menentukan decision variabel, yaitu :

1. Menentukan panjang siklus inventory (T)?
2. Menentukan Fill rate (F)?
3. Menentukan Inventory Maksimum (I)?

Mencari T\* dapat dilakukan dengan penurunan dibawah ini:

$$Tc = C_p D + \frac{C_0}{T} + \frac{C_h D F^2}{2} \left(1 - \frac{D}{P}\right) + r - \bar{x} + \frac{C_u}{T} \int_r^\infty (x - r) f(x) dx + \beta C_b D T (1 - F)^2 + C_l D (1 - \beta)(1 - F)$$

$$\frac{\partial Tc}{\partial T} = 0 - \frac{C_0}{T^2} + \frac{C_h D F^2}{2} \left(1 - \frac{D}{P}\right) + 0 - \frac{C_u}{T^2} \int_r^\infty (x - r) f(x) dx + \beta C_b D (1 - F)^2 \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right) = 0$$

$$\frac{\partial Tc}{\partial T} = -\frac{C_0}{T^2} + C_h \frac{D F^2}{2} \left(1 - \frac{D}{P}\right) - \frac{C_u}{T^2} \int_r^\infty (x - r) f(x) dx + \beta C_b D (1 - F)^2 \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right) = 0$$

$$\frac{C_0}{T^2} + \frac{C_u}{T^2} \int_r^\infty (x - r) f(x) dx = \frac{C_h D F^2}{2} \left(1 - \frac{D}{P}\right) + \beta C_b D (1 - F)^2 \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right) = 0$$

Maka nilai T (siklus inventory) adalah sebagai berikut:

$$T = \frac{C_0 + C_u \int_r^\infty (x - r) f(x) dx}{\left[ \frac{2\beta C_b D (1 - \beta \frac{D}{P}) + C_l D (1 - \beta)}{C_h D T (1 - \frac{D}{P}) + 2\beta C_b D T (1 - \beta \frac{D}{P})} \right]^2 \left(1 - \frac{D}{P}\right) + \beta C_b D \left(1 - \frac{D}{P}\right) + \left[ \frac{2\beta C_b D (1 - \beta \frac{D}{P}) + C_l D (1 - \beta)}{C_h D T (1 - \frac{D}{P}) + 2\beta C_b D T (1 - \beta \frac{D}{P})} \right]^2 \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right)}$$

$$T^2 = \frac{C_o + C_u \int_0^{\infty} (x-r)f(x)dx}{r} + \frac{C_h D \left(1 - \frac{D}{P}\right)}{2} \left[ \frac{4\beta^2 C_b T^2 \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right)^2 + 4\beta C_b C_l D T \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right) (1-\beta) + C_l^2 D^2 (1-\beta)^2}{C_h^2 D^2 T^2 \left(1 - \frac{D}{P}\right)^2 + 4\beta C_h C_b D^2 T^2 \left(1 - \frac{D}{P}\right) \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right) + 4\beta^2 C_b^2 D^2 T^2 \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right)^2} \right] + \beta C_b D \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right) \left(1 - \frac{4\beta C_b T \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right) + 2C_l D (1-\beta)}{C_h D T \left(1 - \frac{D}{P}\right)^2 + 2\beta C_b D T \left(1 - \frac{D}{P}\right) + 2\beta C_b D T \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right)} + F^2 \right)$$

$$C_o + C_u \int_0^{\infty} (x-r)f(x)dx = \left[ \frac{\beta C_b D \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right) \frac{4\beta^2 C_h C_b \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right)^2}{C_h \left(1 - \frac{D}{P}\right) + 2\beta C_b \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right)} - \frac{2\beta C_h C_l D (1-\beta)}{C_h \left(1 - \frac{D}{P}\right) + 2\beta C_b \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right) T} + \frac{\frac{C_h D \left(1 - \frac{D}{P}\right)}{2} + \beta C_b \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right) 4\beta^2 C_b^2 \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right)^2}{C_h^2 D \left(1 - \frac{D}{P}\right)^2 + 4\beta C_h D \left(1 - \frac{D}{P}\right) \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right) + 4\beta^2 C_b^2 D \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right)^2} + \frac{\frac{C_h \left(1 - \frac{D}{P}\right)}{2} + \beta C_b \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right) 4\beta C_l \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right) (1-\beta)}{\left[ C_h^2 \left(1 - \frac{D}{P}\right)^2 + 4\beta C_h C_b \left(1 - \frac{D}{P}\right) \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right) + 4\beta^2 C_b^2 D \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right)^2 \right] T} + \frac{\frac{C_h \left(1 - \frac{D}{P}\right)}{2} + \beta C_b \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right) C_l^2 D (1-\beta)^2}{\left[ C_h^2 \left(1 - \frac{D}{P}\right)^2 + 4\beta C_h C_b \left(1 - \frac{D}{P}\right) \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right) + 4\beta^2 C_b^2 D \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right)^2 \right] T^2} \right] * T^2$$



$$Tc = C_p D + \frac{C_0}{T} + \frac{C_h D F^2}{2} \left(1 - \frac{D}{P}\right) + r \bar{x} + C_u \frac{N}{T} \int_r^{\infty} (x-r) f(x) dx + \beta C_b D T (1-F)^2 + C_1 D (1-\beta) (1-F)$$

$$\frac{\partial Tc}{\partial F} = 0 + 0 + C_h D T F \left(1 - \frac{D}{P}\right) + 0 + 0 + \beta C_b D T \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right) (-2 + 2F + F^2) - C_1 D (1-\beta) = 0$$

$$C_h D T \left(1 - \frac{D}{P}\right) + 2\beta C_b D T F \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right) - 2\beta C_b D T \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right) - C_1 D (1-\beta) = 0$$

$$F \left( C_h D T \left(1 - \frac{D}{P}\right) + 2\beta C_b D T \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right) \right) = 2\beta C_b D T \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right) - C_1 D (1-\beta) = 0$$

Maka nilai  $F$  (Fill rate) Rata-rata pengisian atau persentase dari permintaan yang akan diisi dari stock adalah sebagai berikut:

$$F = \frac{2\beta C_b D T \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right) + C_1 D (1-\beta)}{C_h D T \left(1 - \frac{D}{P}\right) + 2\beta C_b D T \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right)} \rightarrow F^2 = \left( \frac{2\beta C_b D T \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right) + C_1 D (1-\beta)}{C_h D T \left(1 - \frac{D}{P}\right) + 2\beta C_b D T \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right)} \right)^2$$

Mencari  $I$  atau Maksimum level *inventory*, dengan  $I$  merupakan rata-rata persediaan sepanjang tahun dapat dilakukan dengan penurunan dibawah ini:

$$I = F \cdot D T \left(1 - \frac{D}{P}\right) = T D \left(1 - \frac{D}{P}\right) \left( \frac{2\beta C_b D T \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right) + C_1 D (1-\beta)}{C_h D T \left(1 - \frac{D}{P}\right) + 2\beta C_b D T \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right)} \right)$$

Maka nilai  $I$  (Maksimum level *inventory*) adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{2\beta C_b D \left(1 - \frac{D}{P}\right) \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right) + C_1 D \left(1 - \frac{D}{P}\right) (1-\beta)}{C_h \left(1 - \frac{D}{P}\right) + 2\beta C_b \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right)}$$

### Contoh Kasus

Pada contoh kasus dibawah ini kita akan menggunakan nilai  $\beta$ , nilai ini adalah dimana bila di dalam suatu perusahaan terdapat *stockout*, maka cara memenuhi kekurangan persediaan (*stockout*) tersebut dilakukan dengan cara *Back order* dan merupakan preferensi (keinginan) dari konsumen yang ingin melakukan *back order* dimana pada kasus ini menggunakan nilai  $\beta = 0.50$  dan  $\beta = 0.75$ . Dari perbedaan nilai  $\beta$  akan kita lihat nilai  $Tc$  (*Total Cost*) yang paling minimal dari keduanya, manakah yang lebih baik?

Diketahui:		
Permintaan (D)	=	13.000 unit/tahun
DL	=	25
Lead time (L)	=	3 bulan = 1/4 = 0,25
Harga Barang (P)	=	10.000 per unit

Ongkos Pesan ( $C_o$ )	=	1.500 per pesan
Ongkos Simpan ( $C_h$ )	=	50 unit/tahun
Ongkos <i>Back Order</i> ( $C_b$ )	=	60 unit/tahun
Ongkos pembelian ( $C_p$ )	=	30 per unit
Ongkos <i>Lost Sale</i> ( $C_l$ )	=	40
<i>Stockout</i> yang akan <i>Back order</i> ( $\beta$ )	=	0.50
Standar Deviasi (S)	=	100 unit/tahun
SL	=	$100/3 \text{ bulan} = \sqrt{\frac{1}{4}} \times 100 = 25$
Ongkos Kekurangan ( $C_u$ )	=	100 per unit
$f(Z\alpha)$	=	0.0154
$Z\alpha$	=	2.55
$\Psi(Z\alpha)$	=	0.0017

Dit: Tentukan kebijakan inventori Optimal!

Jawab:

A. Jika nilai  $\beta$  (Maksimum posisi *back order*) merupakan preferensi (keinginan) dari konsumen yang ingin melakukan *back order*  $\beta = 0,50$ .

Langkah 1: Menentukan panjang siklus pemesanan

$$T^* = \frac{\frac{C_h D(1-\frac{D}{P})}{2} + \beta C_b(1-\beta \frac{D}{P}) 4\beta^2 C_l(1-\beta \frac{D}{P})(1-\beta)}{C_h^2(1-\frac{D}{P})^2 + 4\beta C_h C_b(1-\frac{D}{P})(1-\beta \frac{D}{P}) + 4\beta^2 C_b^2(1-\beta \frac{D}{P})^2} \pm \frac{4\beta^2 C_h C_b(1-\beta \frac{D}{P})^2}{C_h(1-\frac{D}{P}) + 2\beta C_b(1-\beta \frac{D}{P})}$$

$$T^* = \frac{\frac{C_h D(1-\frac{D}{P})}{2} + \beta C_b(1-\beta \frac{D}{P}) 4\beta^2 C_l(1-\beta \frac{D}{P})(1-\beta)}{C_h^2(1-\frac{D}{P})^2 + 4\beta C_h C_b(1-\frac{D}{P})(1-\beta \frac{D}{P}) + 4\beta^2 C_b^2(1-\beta \frac{D}{P})^2} \pm \frac{4\beta^2 C_h C_b(1-\beta \frac{D}{P})^2}{C_h(1-\frac{D}{P}) + 2\beta C_b(1-\beta \frac{D}{P})}$$

$$T^* = \frac{4\beta C_b D(1-\beta \frac{D}{P}) \frac{4\beta^2 C_h C_b(1-\beta \frac{D}{P})^2}{C_h(1-\frac{D}{P}) + 2\beta C_b(1-\beta \frac{D}{P})} + \frac{C_h D(1-\frac{D}{P})}{2} + \beta C_b(1-\beta \frac{D}{P}) 4\beta^2 C_b^2(1-\beta \frac{D}{P})^2}{C_h^2 D(1-\frac{D}{P})^2 + 4\beta C_h D(1-\frac{D}{P})(1-\beta \frac{D}{P}) + 4\beta^2 C_b^2 D(1-\beta \frac{D}{P})^2} \times$$

$$\left[ \frac{C_h D(1-\frac{D}{P})}{2} + \beta C_b(1-\beta \frac{D}{P}) C_l^2 D(1-\beta)^2 \right] \pm \frac{4\beta^2 C_h C_b(1-\beta \frac{D}{P})^2}{C_h(1-\frac{D}{P}) + 2\beta C_b(1-\beta \frac{D}{P})}$$

$$T^* = \frac{C_o + C_u \int_0^{\infty} (x-r)f(x)dx}{r} = \frac{2\beta C_b D(1-\beta \frac{D}{P}) \frac{4\beta^2 C_h C_b(1-\beta \frac{D}{P})^2}{C_h(1-\frac{D}{P}) + 2\beta C_b(1-\beta \frac{D}{P})} + \frac{C_h D(1-\frac{D}{P})}{2} + \beta C_b(1-\beta \frac{D}{P}) 4\beta^2 C_b^2(1-\beta \frac{D}{P})^2}{C_h^2 D(1-\frac{D}{P})^2 + 4\beta C_h D(1-\frac{D}{P})(1-\beta \frac{D}{P}) + 4\beta^2 C_b^2 D(1-\beta \frac{D}{P})^2}$$

$$\frac{(50)(11.100)(1 - \frac{11.100}{10.000})}{2} + (0.50)(5)(1 - 0.50) \frac{11.100}{10.000} + (0.50)^2(4)(1 - 0.50) \frac{11.100}{10.000} (1 - 0.50)$$

$$\frac{(50)^2(1 - \frac{11.100}{10.000})^2}{10.000} + 4(0.50)(50)(60)(1 - \frac{11.100}{10.000})(1 - 0.50) \frac{11.100}{10.000} + (40)(50)^2(60)^2(1 - 0.50) \frac{11.100^2}{10.000^2}$$

$$\frac{(40)(50)^2(50)(1.5)(1 - 0.50) \frac{11.100^2}{10.000}}{2}$$

$$50(1 - \frac{11.100}{10.000}) + 2(0.50)(60)(1 - 0.50) \frac{11.100}{10.000}$$

$$\frac{(50)(11.100)(1 - \frac{11.100}{10.000})}{2} + 0.50(60)(1 - 0.50) \frac{11.100}{10.000} + (0.50)^2(40)(1 - 0.50) \frac{11.100}{10.000} (1 - 0.50)$$

$$50^2(1 - \frac{11.100}{10.000})^2 + 4(0.50)(50)(60)(1 - \frac{11.100}{10.000})(1 - 0.50) \frac{11.100}{10.000} + 4(0.50)^2(60)^2(1 - 0.50) \frac{11.100^2}{10.000}$$

$$4(0.50)^2(50)(60)(1 - 0.50) \frac{11.100^2}{10.000}$$

$$50(1 - \frac{11.100}{10.000}) + 2(0.50)(1 - 0.50) \frac{11.100}{10.000}$$

$$40.50(60)(11.100) \left(1 - 0.50 \frac{11.100}{10.000}\right) \frac{4(0.50)^2(50)(60)(1 - 0.50) \frac{11.100^2}{10.000}}{50(1 - \frac{11.100}{10.000}) + 2(0.50)(60)(1 - 0.50) \frac{11.100}{10.000}} +$$

$$\frac{(50)(11.100)(1 - \frac{11.100}{10.000})}{2} + 0.50(60)(1 - 0.50) \frac{11.100}{10.000} + (0.50)^2(60)^2(1 - 0.50) \frac{11.100^2}{10.000}$$

$$50^2(11.100(1 - \frac{11.100}{10.000})^2 + 4(0.50)(50)(11.100)(1 - \frac{11.100}{10.000})(1 - 0.50) \frac{11.100}{10.000} + 4(0.50)^2(60)^2(11.100(1 - 0.50) \frac{11.100^2}{10.000})^2$$

$$\frac{(50)(11.100)(1 - \frac{11.100}{10.000})}{2} + (0.50)(60)(1 - 0.50) \frac{11.100}{10.000} (40)^2(11.100(1 - 0.50))^2$$

$$50^2(1 - \frac{11.100}{10.000})^2 + 4(0.50)(50)(60)(1 - \frac{11.100}{10.000})(1 - 0.50) \frac{11.100}{10.000} + 4(0.50)^2(60)^2(1 - 0.50) \frac{11.100^2}{10.000}$$

$$50(1 - \frac{11.100}{10.000}) + 2(0.50)(60)(1 - 0.50) \frac{11.100}{10.000}$$

T\* =

$$\frac{(0.50)(60)(11.100) \left(1 - 0.50 \frac{11.100}{10.000}\right) - \frac{4(0.50)^2(50)(60)(1 - 0.50) \frac{11.100^2}{10.000}}{50(1 - \frac{11.100}{10.000}) + 2(0.50)(60)(1 - 0.50) \frac{11.100}{10.000}}}{2}$$

$$\frac{(50)(11.100)(1 - \frac{11.100}{10.000})}{2} + (0.50)(60)(1 - 0.50) \frac{11.100}{10.000} + (0.50)^2(60)^2(1 - 0.50) \frac{11.100^2}{10.000}$$

$$\frac{(50)^2(11.100(1 - \frac{11.100}{10.000})^2 + 40.50(50)(11.100)(1 - \frac{11.100}{10.000})(1 - 0.50) \frac{11.100}{10.000} + 40(50)^2(60)^2(11.100(1 - 0.50) \frac{11.100^2}{10.000})^2}{50(1 - \frac{11.100}{10.000}) + 2(0.50)(60)(1 - 0.50) \frac{11.100}{10.000}}$$

T\* = 1.823 = 0.15 tahun

Langkah 2: Menentukan Rata-rata pengisian atau persentase dari permintaan yang akan diisi dari stock

$$F = \frac{2\beta C_b T(1 - \beta \frac{D}{P}) + C_1 D(1 - \beta)}{C_h D T(1 - \frac{D}{P}) + 2\beta C_b D T(1 - \beta \frac{D}{P})}$$

$$F = \frac{2(0.50)(60)(32)(1 - 0.50 \frac{11.100}{10.000}) + 40(11.100)(0.50)}{(50)(11.100)(32)(1 - \frac{11.100}{10.000}) + 2(0.50)(60)(11.100)(32)(1 - 0.50 \frac{11.100}{10.000})}$$

$F^* = 0.518$

**Langkah 3: Menentukan Maksimum level *inventory*, dengan  $I$  merupakan rata-rata persediaan sepanjang tahun**

- o Hitung nilai  $I$ , dimana:

$$I = \frac{2\beta C_b D \left(1 - \frac{D}{P}\right) \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right) + C_1 D \left(1 - \frac{D}{P}\right) (1 - \beta)}{C_h \left(1 - \frac{D}{P}\right) + 2\beta C_b \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right)}$$

$$I = \frac{2(0.50)(60)(11.100) \left(1 - \frac{11.100}{10.000}\right) (1 - 0.50) \frac{11.100}{10.000} + (40) D \left(11.400\right) \left(1 - \frac{11.400}{10.000}\right) (1 - 0.50)}{50 \left(1 - \frac{11.100}{10.000}\right) + 2(0.50)(60) \left(1 - 0.50 \frac{11.400}{10.000}\right)}$$

$I^* = 2.690$

**Langkah 4: Menentukan Total Cost**

- o Hitung nilai  $R$ , dimana:

$$R = DT + DL + Z\alpha \sqrt{T + L}$$

$$R = (11.100)(1.823) + 25 + 2.55 \sqrt{1.823 + 0.25}$$

$R^* = 20.270$

- o Hitung nilai  $T_c$ , dimana:

$$T_c = C_p D + \frac{C_0}{T} + \frac{C_h D F^2}{2} \left(1 - \frac{D}{P}\right) + (R - DL) + \frac{DT}{2} + \frac{C_u}{T} \int_r^\infty (z - R) f(z) dz + \beta C_b D T (1 - F)^2 + C_1 D (1 - \beta) (1 - F)$$

$$T_c = (30)(11.100) + \frac{1500}{1.823} + \frac{(50)(11100)(0.518)}{2} \left(1 - \frac{11100}{10000}\right) + (20.270) - 25 + \frac{(11100)(1.823)}{2} + \frac{100}{1.823} [25(0.0154) - (2.55)(0.0017)]$$

$T_c = \text{Rp.}356.000,00$

Maka Total Cost yang dikeluarkan ketika  $\beta=0.50$  adalah sebesar Rp.356.000,00

B. Jika nilai  $\beta$  (Maksimum posisi *back order*) merupakan preferensi (keinginan) dari konsumen yang ingin melakukan *back order*  $\beta=0,75$ .

**Langkah I: Menentukan panjang siklus pemesanan**

- o Hitung nilai  $T^*$ , dimana:

$$T^* = \frac{C_o + C_u \int_r^{\infty} (x-r)f(x)dx}{2\beta C_b D \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right) \frac{4\beta^2 C_h C_b (1 - \beta \frac{D}{P})^2}{C_h \left(1 - \frac{D}{P}\right) + 2\beta C_b \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right)} + \frac{\frac{C_h D \left(1 - \frac{D}{P}\right)}{2} + \beta C_b \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right) 4\beta^2 C_b^2 \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right)^2}{C_h^2 D \left(1 - \frac{D}{P}\right)^2 + 4\beta C_h D \left(1 - \frac{D}{P}\right) \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right) + 4\beta^2 C_b^2 D \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right)^2} \frac{C_h D \left(1 - \frac{D}{P}\right)}{2} + \beta C_b \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right) 4\beta^2 C_b^2 \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right)^2}{C_h \left(1 - \frac{D}{P}\right) + 2\beta C_b \left(1 - \beta \frac{D}{P}\right)}$$

$$\frac{(50)(11100)(1 - \frac{11100}{10000})}{2} + (0.50)(15)(1 - 0.75) \frac{11100}{10000} + 4(0.75)^2 4(1 - 0.75) \frac{11100}{10000} (1 - 0.75)$$

$$\frac{(50)^2 (1 - \frac{11100}{10000})^2 + 4(0.75)(50)(60)(1 - \frac{11100}{10000})(1 - 0.75) \frac{11100}{10000} + (40)(50)^2 (60)^2 (1 - 0.50) \frac{11100}{10000}}{(40)(50)^2 (50)(15)(1 - 0.75) \frac{11100}{10000} + 50(1 - \frac{11100}{10000}) + 2(0.75)(60)(1 - 0.75) \frac{11100}{10000}}$$

$$\frac{(50)(11100)(1 - \frac{11100}{10000})}{2} + 0.50(60)(1 - 0.75) \frac{11100}{10000} + 4(0.75)^2 (40)(1 - 0.75) \frac{11100}{10000} (1 - 0.75)$$

$$\frac{50^2 (1 - \frac{11100}{10000})^2 + 4(0.75)(50)(60)(1 - \frac{11100}{10000})(1 - 0.75) \frac{11100}{10000} + 4(0.75)^2 (60)^2 (1 - 0.75) \frac{11100}{10000}}{4(0.75)^2 (50)(60)(1 - 0.75) \frac{11100}{10000}}$$

$$\frac{50(1 - \frac{11100}{10000}) + 2(0.75)(1 - 0.75) \frac{11100}{10000}}{4(0.75)(60)(11100)(1 - 0.75) \frac{11100}{10000} + \frac{4(0.75)^2 (50)(60)(1 - 0.75) \frac{11100}{10000}}{50(1 - \frac{11100}{10000}) + 2(0.75)(60)(1 - 0.75) \frac{11100}{10000}}}$$

$$\frac{(50)(11100)(1 - \frac{11100}{10000})}{2} + 0.75(60)(1 - 0.75) \frac{11100}{10000} + 4(0.75)^2 (60)^2 (1 - 0.75) \frac{11100}{10000}}$$

$$\frac{50^2 (11100)(1 - \frac{11100}{10000}) + 4(0.75)(50)(11100)(1 - \frac{11100}{10000})(1 - 0.75) \frac{11100}{10000} + 4(0.75)^2 (60)^2 (11100)(1 - 0.75) \frac{11100}{10000}}{(50)(11100)(1 - \frac{11100}{10000}) + (0.75)(60)(1 - 0.75) \frac{11100}{10000} + (40)^2 (11100)(1 - 0.75)^2} \quad 4(0.75)^2 (50)(60)(1 - 0.75) \frac{11100}{10000}$$

$$\frac{50^2 (1 - \frac{11100}{10000})^2 + 4(0.75)(50)(60)(1 - \frac{11100}{10000})(1 - 0.75) \frac{11100}{10000} + 4(0.75)^2 (60)^2 (1 - 0.75) \frac{11100}{10000}}{50(1 - \frac{11100}{10000}) + 2(0.75)(60)(1 - 0.75) \frac{11100}{10000}}$$

$$T^* = 1.50 + 100(25)(0.0154 - (2.55)(0.0017))$$

$$\frac{(0.75)(60)(11100)(1 - 0.75) \frac{11100}{10000} - \frac{4(0.75)^2 (50)(60)(1 - 0.75) \frac{11100}{10000}}{50(1 - \frac{11100}{10000}) + 2(0.75)(60)(1 - 0.75) \frac{11100}{10000}}}{2}$$

$$\frac{(50)(11100)(1 - \frac{11100}{10000})}{2} + (0.75)(60)(1 - 0.50) \frac{11100}{10000} + 4(0.75)^2 (60)^2 (1 - 0.75) \frac{11100}{10000}}$$

$$\frac{(50)^2 (11100)(1 - \frac{11100}{10000}) + 4(0.75)(50)(11100)(1 - \frac{11100}{10000})(1 - 0.75) \frac{11100}{10000} + 4(0.75)^2 (60)^2 (11100)(1 - 0.75) \frac{11100}{10000}}{(50)(11100)(1 - \frac{11100}{10000}) + (0.75)(60)(1 - 0.50) \frac{11100}{10000} + 4(0.75)^2 (60)^2 (1 - 0.75) \frac{11100}{10000}}$$

T\* = 1.254 = 0.1 tahun

Langkah 2: Menentukan Rata-rata pengisian atau persentase dari permintaan yang akan diisi dari stock

o Hitung nilai F, dimana:

$$F = \left( \frac{2\beta C_b T(1 - \beta \frac{D}{P}) + C_1 D(1 - \beta)}{C_h DT(1 - \frac{D}{P}) + 2\beta C_b DT(1 - \beta \frac{D}{P})} \right)$$

$$F = \frac{2(0.75)(60)(32)(1 - 0.75 \frac{11.100}{10.000}) + 40(11.100)(0.75)}{(50)(11.100)(32)(1 - \frac{11.100}{10.000}) + 2(0.75)(60)(11.100)(32)(1 - 0.75 \frac{11.100}{10.000})}$$

F\* = 0.833

Langkah 3: Menentukan Maksimum level *inventory*, dengan  $\bar{I}$  merupakan rata-rata persediaan sepanjang tahun

- o Hitung nilai  $\bar{I}$ , dimana:

$$\bar{I} = \frac{2\beta C_b D(1 - \frac{D}{P})(1 - \beta \frac{D}{P}) + C_1 D(1 - \frac{D}{P})(1 - \beta)}{C_h(1 - \frac{D}{P}) + 2\beta C_b(1 - \beta \frac{D}{P})}$$

$$\bar{I} = \frac{2(0.75)(60)(11.100)(1 - \frac{11.100}{10.000})(1 - 0.75 \frac{11.100}{10.000}) + (40)D(11.400)(1 - \frac{11.400}{10.000})(1 - 0.75)}{50(1 - \frac{11.100}{10.000}) + 2(0.75)(60)(1 - 0.75 \frac{11.100}{10.000})}$$

5

I\* = 3.198

Langkah 4: Menentukan Total Cost

- o Hitung nilai R, dimana:

$$R = DT + DL + Z\alpha \sqrt{T + L}$$

$$R = (11.100)(1.254) + 25 + 2.55 \sqrt{1.254 + 0.25}$$

R\* = 13.950

- o Hitung Total Cost (Tc) dimana:

$$Tc = C_p D + \frac{C_0}{T} + \frac{C_h D F^2}{2} (1 - \frac{D}{P}) + (R - DL) + \frac{DT}{2} + \frac{C_u}{T} \int_r^\infty (z - R) f(z) dz + \beta C_h D T (1 - F)^2 + C_1 D (1 - \beta) (1 - F)$$

$$Tc = (30)(11.100) + \frac{1500}{1.254} + \frac{(50)(11.100)(0.548)}{2} (1 - \frac{11.100}{10.000}) + (13.950 - 25) + \frac{(11.100)(1.254)}{2} + \frac{100}{1.254} [25(0.0154) - (2.55)(0.0017)]$$

Tc = Rp.333.900,00

Maka Total Cost yang dikeluarkan ketika  $\beta=0.75$  adalah sebesar Rp.333.900,00

Dengan Demikian hasilnya dapat disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil perhitungan

B	T*(tahun)	F* (%)	I*(unit)	R*(unit)	Tc (rupiah)	Keterangan
0.50	0.15	0.518	2.690	20.270	356.000	
0.75	0.1	0.833	3.198	13.950	339.900	OPTIMAL

Dengan demikian kebijakan optimal adalah:

# INTEGRASI UKURAN LOT EKONOMIS PADA DEMAND PROBABILISTIK UNTUK SISTEM PERSEDIAAN VENDOR DAN BUYER KETIKA PEMENUHAN VENDOR BERSIFAT RANDOM

**Raden Adriyani Oktora**

Politeknik Pos Indonesia, Bandung,

Jl. Sariosih No. 54 Bandung Telp.(022) 2009562 Fax(022) 2009568 a\_oktora@yahoo.co.id  
Jurusan Logistik Bisnis, Politeknik Pos Indonesia

## Abstrak

Dalam menentukan ukuran lot pemesanan biasanya hanya dilihat dari sisi *buyer* saja. *Buyer* yang memutuskan, kapan dan berapa jumlah barang yang akan dipesan. Hal ini tentu saja terkadang akan tidak ekonomis untuk *vendor*. Oleh sebab itu dalam jurnal ini akan dikembangkan mengenai pengintegrasian ukuran lot ekonomis pada sistem persediaan untuk *vendor* dan *buyer* ketika pemenuhan dari *vendor* bersifat random (acak) dan permintaan (demand) bersifat probabilistik. Kondisi pemenuhan *vendor* yang bersifat variabel random misalnya disebabkan oleh kondisi pasar yang tidak menentu, Sehingga *vendor* tidak dapat mengirimkan barang sesuai dengan yang dipesan oleh *buyer*.

Kata Kunci : Sistem Persediaan, Integrasi, dan Optimasi

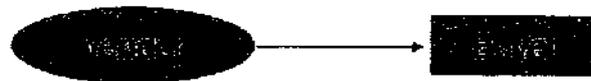
## Pendahuluan

Permasalahan kebijakan persediaan adalah permasalahan dalam sistem persediaan yang berkaitan dengan bagaimana menjamin agar setiap permintaan pemakai dapat dipenuhi dengan ongkos yang minimal (Nur Bahagia, 2006). Jika kita lihat dari definisi tersebut, pihak penyedia harus selalu bisa memenuhi permintaan dari pemakai. Akan tetapi apabila kita telaah, pemenuhan permintaan dari pemakai tentunya juga harus mempertimbangkan kemampuan dari penyediannya. Jumlah permintaan akan terpenuhi jika ukuran lot ekonomis pemakai, berlaku juga untuk penyedia.

Clark dan Scarf (1960) mencetuskan gagasan integrasi antara *vendor* dan *buyer*. Goyal (1985) membuat formulasi model matematika untuk sistem persediaan ketika ada penundaan pembayaran. Weng (1995) mengembangkan model integrasi ukuran lot dengan model diskon. Asumsi yang selalu digunakan adalah bahwa besarnya pemenuhan *vendor* selalu sama dengan permintaan *buyer*, tetapi pada kenyataannya terkadang *vendor* bisa saja tidak dapat memenuhi sesuai dengan permintaan *buyer* karena beberapa hal. Misalnya tidak tersedianya material / produk, adanya pemogokan kerja dan lain sebagainya. Shah dan Ajay (2008) kerjasama sistem persediaan antara *buyer* dan *vendor* dikembangkan ketika pemenuhan dari *vendor* bersifat random.

Pada jurnal ini mengembangkan model dari Shah dan Ajay (2008) dengan perubahan demand, yang semula deterministik menjadi probabilistik. Aspek struktural pada jurnal ini terdiri

dari *vendor* dan *buyer* dengan menggunakan model inventori single-item. *Vendor* sebagai supplier bahan baku untuk *buyer* sebagai perusahaan manufaktur. Karakteristik barangnya tunggal dengan jenis barang yang homogen.



Gambar 1. komponen aspek struktural

Aspek fungsionalnya yaitu menjelaskan mengenai keterkaitan antar komponen yang ada di dalam aspek structural, aspek fungsionalnya adalah bahwa pada kondisi nyata Interaksi antar *vendor* dan *buyer* bersifat independent (tidak saling bergantung). Permasalahan yang terjadi adalah ketika lot size yang ekonomis hanya diperhatikan dari segi *buyer*. Situasi seperti ini terkadang merugikan pihak *vendor*, karena ukuran lot ekonomis *buyer* bisa saja tidak sama dengan *vendor*. Sehingga berdasarkan permasalahan tersebut, dibuat *research question* yang ingin dijawab yaitu **bagaimana menyeimbangkan keuntungan antara *vendor* dan *buyer*?**

### Pendekatan

Pendekatan model pada jurnal ini adalah optimasi klasik dengan model dasar yang digunakan adalah model Economic order Quantity (EOQ), dimana untuk mencari ukuran lotnya menggunakan rumus :

$$q_0^* = \sqrt{\frac{2AD}{h}}$$

Dimana :

- A : Ongkos Pesan
- D : Permintaan (Demand)
- H : Ongkos Simpan

Sedangkan untuk mencari ongkos total persediaan adalah :

$$\text{Ongkos Total} = \text{Ongkos Beli} + \text{Ongkos pesan} + \text{Ongkos Simpan}$$

Asumsi yang digunakan :

1. Sistem terdiri dari 1 *vendor* dan 1 *buyer*
2. Demand (permintaan) bersifat probabilistik berdistribusi normal
3. Pemenuhan kembali tidak terbatas (sangat besar)
4. Kekurangan persediaan dipenuhi dengan cara back order, lead time  $\neq 0$

5. Jumlah permintaan tidak selalu harus sama dengan Jumlah yang diterima, tetapi random variabel yang berdistribusi normal. Jika  $Q$  dinotasikan sebagai jumlah permintaan dan  $Y$  adalah jumlah yang diterima, maka  $Y$  adalah random variabel dengan *mean* dan *variance*.

$$E(Y) = bQ \text{ dan } V(Y) = \sigma_0^2 + \sigma_1^2 Q^2$$

Berturut-turut, dimana  $b > 0$  adalah factor bias,  $\sigma_0^2$  dan  $\sigma_1^2$  ( $\sigma_0^2 \gg \sigma_1^2$ ) adalah non negatif variabel dan konstan.  $Q$  adalah variabel keputusan.

6. Penundaan pembayaran untuk sejumlah unit barang ditawarkan *vendor* agar menarik *buyer* untuk melakukan kerjasama terintegrasi

Kriteria performansi pada jurnal ini diukur dari minimasi rata-rata total ongkos *vendor* dan *buyer*. Variabel keputusan yang digunakan untuk mencapai kriteria performansi yaitu Berapa jumlah barang yang akan dipesan? , sehingga total ongkos *vendor* dan *buyer* yang dihasilkan dapat minimum. Pembatas disini hanya digunakan untuk mencari ongkos simpan. Pembatas yang digunakan adalah Inventory level pada *vendor* dan *buyer* dimulai pada titik nol

### Formulasi Model

Untuk membuat formulasi model, perlu dilakukan identifikasi input yang akan digunakan dalam membangun suatu model. Berikut adalah input-input yang digunakan dalam mengembangkan model :

$T(Y)$	: Waktu Siklus Vendor
$T_b(Y)$	: Waktu Siklus Buyer
$Q$	: Ukuran Lot Pemenuhan Vendor
$n$	: Frekuensi Pemesanan Selama Waktu Siklus
$Q/n$	: Ukuran Lot Pemesanan Buyer
$R$	: Demand (Permintaan)
$C_b$	: Ongkos Beli Buyer
$C_v$	: Ongkos Beli Vendor
$A_b$	: Ongkos Pesan Buyer
$A_v$	: Ongkos Pesan Vendor
$I_v (t/Y)$	: Posisi Inventori Pada Vendor dan Buyer

- $I_b(t/Y)$  : Posisi Inventori Buyer  
 $h_b$  : Ongkos Simpan Buyer  
 $h_v$  : Ongkos Simpan Vendor  
 $TC_b(Y,n)$  : Ongkos Total Buyer  
 $TC_v(Y,n)$  : Ongkos Total Vendor  
 $K_b(Q,n)$  : Ekspektasi Ongkos Total Buyer  
 $K_v(Q,n)$  : Ekspektasi Ongkos Total Vendor  
 $K$  : Ongkos Total Vendor dan Buyer  
 $M$  : Penundaan Pembayaran yang ditawarkan vendor kepada buyer  
 $r$  : Continuous interest rate  
 $E(T(Y))$  : Ekspektasi waktu siklus =  $E(Y)/R = bQ/R$

Posisi Inventori buyer dan vendor berkurang seiring dengan penurunan demand

$$dI_b\left(\frac{t}{Y}\right) = -R$$

$$\int \frac{dI_b\left(\frac{t}{Y}\right)dt}{dt} = \int -R$$

$$I_b\left(\frac{t}{Y}\right) = -Rt \quad ; \quad 0 \leq t \leq \frac{T(Y)}{n}$$

Karena batasannya adalah posisi awal inventori buyer = 0 atau  $I_b\left(\frac{T(Y)}{n}\right) = 0$ , dan posisi awal inventori vendor = 0 atau  $I_v(T(Y)) = 0$ . Maka solusinya :

$$\frac{T(Y)}{n} \leq t \leq T$$

**Posisi inventori buyer :**

$$\begin{aligned}
 I_b\left(\frac{t}{Y}\right) &= \int -Rt \left| \frac{t}{T(Y)} \right|_n \\
 &= -Rt - \left( -R\left(\frac{T(Y)}{n}\right) \right) \\
 &= -Rt + R\left(\frac{T(Y)}{n}\right) \\
 &= R\left(\frac{T(Y)}{n} - t\right)
 \end{aligned}$$

**Posisi Inventori vendor :**

$$\begin{aligned}
 I_v\left(\frac{t}{Y}\right) &= \int -RT \left| \frac{t}{T(Y)} \right| \\
 &= -Rt - (-R(T(Y))) \\
 &= -Rt + R(T(Y)) \\
 &= R[T(Y) - t]
 \end{aligned}$$

Pada interval  $\left[0, \frac{T(Y)}{n}\right]$  ongkos simpan pada buyer ketika sejumlah Y unit diterima adalah :

**Ekspektasi jumlah yang diterima = faktor bias X jumlah pemenuhan oleh vendor**

$$E(Y) = bQ$$

$$= \frac{Y}{R} \cdot Y$$

Maka :

**Ongkos simpan pada buyer untuk sejumlah unit yang diterima**

$$IHC_b(Y) = \frac{1}{2} \cdot h_b \cdot Q$$

$$= \frac{1}{2} \cdot h_b \cdot \frac{Y}{R} \cdot Y$$

Karena demand bersifat probabilistik, maka pada struktur ongkos simpan akan ada penambahan komponen  $s$ , dimana  $s$  adalah safety stock:

$$IHC_b(Y) = h_b \left[ \frac{Y^2}{2R} + s \right]$$

Karena interval  $\left[ 0, \frac{T(Y)}{n} \right]$  maka,

$$IHC_b = h_b \frac{\left[ \frac{Y^2}{2R} + s \right]}{n}$$

$$= \frac{h_b}{2Rn} Y^2 + \frac{h_b \cdot s}{n}$$

Pada konsep integrasi 2 echelon, simpan pada vendor akan berbeda dengan konsep partial. Ongkos simpan vendor selama interval  $[0, T(Y)]$  adalah :

**Ongkos simpan di vendor = ongkos simpan /unit /tahun X rata-rata inventori**

$$IHC_v(Y) = h_v \left[ \int_0^{T(Y)} I_v \left( \frac{t}{Y} \right) dt - n \int_0^{T(Y)/n} I_b \left( \frac{t}{Y} \right) dt \right]$$

$$= h_v \left[ \frac{Y^2}{2R} - \frac{Y^2}{2Rn} \right]$$

$$= \frac{h_v}{2R} Y^2 \left[ 1 - \frac{1}{n} \right]$$

**Ongkos kekurangan di buyer**

Pada demand probabilistik, kemungkinan kekurangan persediaan selama *lead time* bisa saja terjadi bila jumlah permintaan selama *lead time* ( $R_l$ ) lebih besar dari tingkat inventori pada saat pemesanan dilakukan ( $r$ ). Maka ongkos kekurangan dapat dihitung sebagai berikut :

$$O_k = N_T \cdot Cu$$

Dimana :

$N_7$  : Jumlah kekurangan persediaan per tahun

$C_u$  : Ongkos kekurangan persediaan setiap unit barang

Sedangkan untuk mencari jumlah kekurangan persediaan per tahun adalah dengan cara menghitung ekspektasi kekurangan inventori setiap siklusnya ( $N$ ) dan ekspektasi frekuensi siklus selama satu tahun ( $n$ ).

$$N_7 = nxN$$

Maka ongkos total buyer dan ongkos total vendor adalah :

**TC buyer = ongkos simpan buyer + ongkos pesan buyer + ongkos kekurangan buyer**

$$TC_b(Y, n) = \left[ \frac{h_b}{2Rn} Y^2 + \frac{h_b \cdot s}{n} \right] + nA_b + C_u \cdot n \cdot N$$

Sedangkan ongkos total pada vendor adalah :

**TC vendor = ongkos simpan vendor + ongkos pemenuhan vendor**

$$TC_v(Y, n) = \frac{h_v}{2R} Y^2 \left[ 1 - \frac{1}{n} \right] + A_v$$

Dengan menggunakan persamaan :

$$E(Y) = bQ \text{ dengan } V(Y) = \sigma_0^2 + \sigma_1^2 \cdot Q^2$$

Maka ekspektasi ongkos total buyer adalah :

**Ekspektasi ongkos total buyer = (ekspektasi ongkos total buyer sejumlah Y unit : ekspektasi waktu siklus vendor)**

$$K_b(Q, n) = \frac{E(TC_b(Y))}{E(T(Y))}$$

$$K_b(Q, n) = \frac{\frac{h_b Y^2}{2 \cdot R \cdot n} + \left[ \frac{h_b}{2Rn} Y^2 + \frac{h_b \cdot s}{n} \right] + n \cdot A_b + C_u \cdot n \cdot N}{b \cdot Q}$$

$$= \left[ \frac{h_b Y^2}{2 \cdot R \cdot n \cdot b \cdot Q} + \frac{h_b(s)}{b \cdot Q \cdot n} + \frac{n \cdot A_b}{b \cdot Q} + \frac{C_u \cdot n \cdot N}{b \cdot Q} \right] \cdot R$$

Dengan varians :

$$V(Y) = E(Y^2) - (E(Y))^2$$

$$V(Y) = \sigma_0^2 + \sigma_1^2 \cdot Q^2$$

$$E(Y^2) - (E(Y))^2 = \sigma_0^2 + \sigma_1^2 \cdot Q^2$$

$$E(Y^2) - b^2 \cdot Q^2 = \sigma_0^2 + \sigma_1^2 \cdot Q^2$$

$$E(Y^2) = \sigma_0^2 + (\sigma_1^2 + b^2) \cdot Q^2$$

Maka ekspektasi ongkos total buyer :

$$K_b(Q, n) = \frac{h_b}{2 \cdot n \cdot b \cdot Q} \left[ \sigma_0^2 + (\sigma_1^2 + b^2) \cdot Q^2 \right] + \frac{h_b \cdot s \cdot R}{b \cdot Q \cdot n} + \frac{n \cdot A_b \cdot R}{b \cdot Q} + \frac{C_u \cdot n \cdot N \cdot R}{b \cdot Q}$$

Sedangkan ekspektasi ongkos total vendor adalah :

**Ekspektasi ongkos total vendor = (ekspektasi ongkos total vendor sejumlah Y unit : ekspektasi waktu siklus vendor)**

$$K_v(Q, n) = \frac{E(TC_v(Y))}{E(T(Y))}$$

$$K_v(Q, n) = \frac{\frac{h_v \cdot Y^2}{2 \cdot R} \left[ 1 - \frac{1}{n} \right] + A_v}{b \cdot Q}$$

$$= \left[ \frac{h_v \cdot Y^2}{2 \cdot R \cdot n \cdot b \cdot Q} \left[ 1 - \frac{1}{n} \right] + \frac{A_v}{b \cdot Q} \right] \cdot R$$

$$= \frac{h_v}{2 \cdot n \cdot b \cdot Q} \left[ 1 - \frac{1}{n} \right] \left[ \sigma_0^2 + (\sigma_1^2 + b^2) \cdot Q^2 \right] + \frac{A_v \cdot R}{b \cdot Q}$$

Ekspektasi ongkos total terintegrasi

**Ekspektasi ongkos total sejumlah Q unit = ekspektasi ongkos total buyer sejumlah Q unit + ekspektasi ongkos total vendor sejumlah Q unit**

$$K(Q, n) = K_b(Q, n) + K_v(Q, n)$$

**Case 1 : buyer dan vendor independent**

Ongkos buyer akan minimum untuk sejumlah n sehingga  $K_b$  diturunkan terhadap Q

$$\frac{\partial K_b(Q, n)}{\partial Q} = 0$$

Maka ongkos total pada buyer :

$$K_b(Q, n) = \frac{h_b}{2.n.b.Q} [\sigma_0^2 + (\sigma_1^2 + b^2).Q^2] + \frac{h_b.s.R}{b.Q.n} + \frac{n.A_b.R}{b.Q} + \frac{Cu.n.N.R}{b.Q}$$

Dalam kasus *backorder* dimungkinkan adanya inventori negatif yang berarti bahwa permintaan akan dipenuhi secara *backorder*. Oleh sebab itu ekspektasi harga S dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$s = \int_0^{\infty} (r - x)f(x)dx$$

$$s = \int_0^{\infty} r f(x)dx - \int_0^{\infty} x f(x)dx$$

$$s = r - R_L$$

Dimana :

r : titik pemesanan ulang

x : ekspektasi demand selama waktu anjang- anjang

Sehingga :

$$K_b(Q, n) = \frac{h_b}{2.n.b.Q} [\sigma_0^2 + (\sigma_1^2 + b^2).Q^2] + \frac{h_b \cdot \int_0^{\infty} (r - x)f(x)dx.R}{b.Q.n} + \frac{n.A_b.R}{b.Q} + \frac{Cu.n.N.R}{b.Q}$$

$$-\frac{\sigma_0^2 h_b}{2.n.b.Q^2} + \frac{h_b(\sigma_1^2 + b^2)}{2.n.b} + \frac{h_b \cdot \int_0^{\infty} (r - x)f(x)dx.R}{b.Q^2.n} + \frac{n.A_b.R}{b.Q^2} + \frac{Cu.n.N.R}{b.Q^2} = 0$$

$$-\sigma_0^2.h_b + \frac{Q^2 h_b(\sigma_1^2 + b^2)}{2.n.b} + h_b \cdot \int_0^{\infty} (r - x)f(x)dx.R + n.A_b.R + \frac{Cu.n.N.R}{b} = 0$$

Sehingga didapat untuk mencari lot ekonomis adalah :

$$Q^* = \sqrt{\frac{Cu.n \cdot \int_0^{\infty} (r - x)f(x)dx.R}{2nb \left[ \frac{\sigma_0^2.h_b}{b} + \frac{h_b(\sigma_1^2 + b^2)}{2.n} + h_b \cdot (r - DL).R + n.A_b.R \right]}}$$

Sehingga untuk vendor, minimasi ekspektasi ongkos dengan  $n =$  diskrit positif integer maka minimum  $K_v$  diperoleh :

$$K_v(Q^*(n), n-1) \geq K_v(Q^*(n), n) \leq K_v(Q^*(n), n+1)$$

Oleh karena itu ekspektasi ongkos total per unit jika tidak terintegrasi yaitu

$$K_{NI} = \min_n \{ \min_n K_b(Q^*(n), n) + K_v \}$$

**Case 2 : Buyer – Vendor terintegrasi**

Maka ekspektasi ongkos total untuk buyer dan vendor didiferensialkan agar minimum

**Ongkos total Terintegrasi = O. Total Buyer + O. Total Vendor**

$$\begin{aligned}
 KI &= \frac{h_b}{2.n.b.Q} [\sigma_0^2 + (\sigma_1^2 + b^2).Q^2] + \frac{h_b \int_0^{\infty} (r-x)f(x)dx.R}{b.Q.n} + \frac{n.A_b.R}{b.Q} + \frac{Cu.n.N.R}{b.Q} + \\
 &\quad \frac{h_v}{2.n.b.Q} \left[ 1 - \frac{1}{n} \right] [\sigma_0^2 + (\sigma_1^2 + b^2).Q^2] + \frac{A_v.R}{b.Q} \\
 &\quad \frac{h_b.\sigma_0^2}{2.n.b.Q} + \frac{h_b.Q^2.\sigma_1^2}{2.n.b.Q} + \frac{h_b.Q^2.b^2}{2.n.b.Q} + \frac{h_b.r.R}{n.b.Q} - \frac{h_b.R_L.R}{n.b.Q} + \frac{n.A_b.R}{b.Q} + \frac{Cu.n.N.R}{b.Q} \\
 &\quad + \frac{h_v.\sigma_0^2}{2.n.b.Q} + \frac{h_v.Q^2.\sigma_1^2}{2.n.b.Q} + \frac{h_v.Q^2.b^2}{2.n.b.Q} - \frac{h_v.\sigma_0^2}{2.n^2.b.Q} - \frac{h_v.Q^2.\sigma_1^2}{2.n^2.b.Q} - \frac{h_v.Q^2.b^2}{2.n^2.b.Q} + \frac{A_v.R}{b.Q}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 KI &= \frac{h_b}{2.n.b.Q} [\sigma_0^2 + (\sigma_1^2 + b^2).Q^2] + \frac{h_b(r - R_L).R}{b.Q.n} + \frac{n.A_b.R}{b.Q} + \frac{Cu.n.N.R}{b.Q} + \\
 &\quad \frac{h_v}{2.n.b.Q} \left[ 1 - \frac{1}{n} \right] [\sigma_0^2 + (\sigma_1^2 + b^2).Q^2] + \frac{A_v.R}{b.Q}
 \end{aligned}$$

$$\frac{h_b.\sigma_0^2}{2.n.b.Q} + \frac{h_b.Q^2.\sigma_1^2}{2.n.b.Q} + \frac{h_b.Q^2.b^2}{2.n.b.Q} + \frac{h_b.r.R}{n.b.Q} - \frac{h_b.R_L.R}{n.b.Q} + \frac{n.A_b.R}{b.Q} + \frac{Cu.n.N.R}{b.Q}$$

$$+ \frac{h_v \cdot \sigma_0^2}{2 \cdot n \cdot b \cdot Q} + \frac{h_v \cdot Q^2 \sigma_1^2}{2 \cdot n \cdot b \cdot Q} + \frac{h_v \cdot Q^2 \cdot b^2}{2 \cdot n \cdot b \cdot Q} - \frac{h_v \cdot \sigma_0^2}{2 \cdot n^2 \cdot b \cdot Q} - \frac{h_v \cdot Q^2 \sigma_1^2}{2 \cdot n^2 \cdot b \cdot Q} - \frac{h_v \cdot Q^2 \cdot b^2}{2 \cdot n^2 \cdot b \cdot Q} + \frac{A_v \cdot R}{b \cdot Q}$$

Untuk mendapatkan Q\* terintegrasi yang optimal maka dilakukan penurunan ongkos total terintegrasi (KI) terhadap Q

$$\frac{\partial K}{\partial Q} = 0$$

$$\begin{aligned} & \frac{h_b \cdot \sigma_0^2}{2 \cdot n \cdot b \cdot Q^2} + \frac{h_b \cdot \sigma_1^2}{2 \cdot n \cdot b} + \frac{h_b \cdot b^2}{2 \cdot n \cdot b} - \frac{h_b \cdot r \cdot R}{n \cdot b \cdot Q^2} + \frac{h_b \cdot R_L \cdot R}{n \cdot b \cdot Q^2} - \frac{n \cdot A_b \cdot R}{b \cdot Q^2} - \frac{C_u \cdot n \cdot N \cdot R}{b \cdot Q^2} \\ & - \frac{h_v \cdot \sigma_0^2}{2 \cdot n \cdot b \cdot Q^2} + \frac{h_v \cdot \sigma_1^2}{2 \cdot n \cdot b} + \frac{h_v \cdot b^2}{2 \cdot n \cdot b} + \frac{h_v \cdot \sigma_0^2}{2 \cdot n^2 \cdot b \cdot Q^2} - \frac{h_v \cdot \sigma_1^2}{2 \cdot n^2 \cdot b} - \frac{h_v \cdot b^2}{2 \cdot n^2 \cdot b} - \frac{A_v \cdot R}{b \cdot Q^2} = 0 \\ & \frac{(h_b + h_v) \cdot \sigma_1^2}{2 \cdot n \cdot b} + \frac{(h_b + h_v) \cdot b^2}{2 \cdot n \cdot b} - \frac{(h_b + h_v) \cdot \sigma_0^2}{2 \cdot n \cdot b \cdot Q^2} - \frac{h_b \cdot (r - R_L) \cdot R}{n \cdot b \cdot Q^2} \\ & - \frac{(n \cdot A_b \cdot R + C_u \cdot n \cdot N \cdot R + A_v \cdot R)}{b \cdot Q^2} - \frac{h_v \cdot (\sigma_1^2 + b^2)}{b \cdot Q^2} + \frac{h_v \cdot \sigma_0^2}{2 \cdot n^2 \cdot b \cdot Q^2} = 0 \\ & \frac{[(h_b + h_v) \cdot \sigma_0^2 + h_b \cdot R(r - R_L) + 2 \cdot n \cdot (n \cdot A_b \cdot R + C_u \cdot n \cdot N \cdot R + A_v \cdot R)]}{2 \cdot n \cdot b \cdot Q^2} \\ & = \frac{n \cdot \sigma_1^2 (h_b + h_v) + n \cdot (h_b + h_v) - h_v \cdot (\sigma_1^2 + b^2)}{2 \cdot n^2 \cdot b} \end{aligned}$$

Maka diperoleh ukuran lot optimalnya untuk integrasi :

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot n^2 \cdot b \left[ (h_b + h_v) \cdot \sigma_0^2 + h_b \cdot \int_0^{\infty} (r - x) f(x) dx \cdot R + 2 \cdot n \cdot (n \cdot A_b \cdot R + C_u \cdot n \cdot N \cdot R + A_v \cdot R) \right]}{2 \cdot n \cdot b \left[ n \cdot \sigma_1^2 (h_b + h_v) + n \cdot (h_b + h_v) - h_v \cdot (\sigma_1^2 + b^2) \right]}}$$

Dan memenuhi kondisi

$$K(Q, n-1) \geq K(Q, n) \leq K(Q, n+1)$$

Sehingga ekspektasi ongkos total integrasi =  $KI = \min_{Q,n} (K_h + K_v)$

### Waktu Penangguhan Pembayaran

Jika ongkos penghematan buyer dinyatakan dengan  $S_b$ , maka  $S_b = \alpha \cdot S_v$

$\alpha = 1$ , maka semua total ongkos penghematan untuk buyer saja

$\alpha = 0$ , maka semua total ongkos penghematan untuk vendor saja

$\alpha = 0,5$ , maka total ongkos penghematan didistribusikan sama antara buyer dan vendor

Jika  $r$  adalah suku bunga, maka nilai sekarang (present value) dari biaya tersebut adalah

$$PV = e^{-rM}$$

Dimana :

$M$  = waktu penundaan pembayaran

$C_b$  = ongkos pembelian / unit

$$R.C_b(1 - e^{-rM}) = S_b$$

**(Demand X harga / unit) – penyesuaian biaya pembelian dengan penundaan pembayaran = ongkos penghematan buyer**

$$R.C_b - R.C_b \cdot e^{-rM} = S_b$$

$$R.C_b(1 - e^{-rM}) = S_b$$

$$(1 - e^{-rM}) = \frac{S_b}{R.C_b}$$

$$\left[ -e^{-rM} = \frac{S_b}{R.C_b} - 1 \right] \cdot -1$$

$$e^{-rM} = 1 - \frac{S_b}{R.C_b}$$

$$\ln(e^{-rM}) = \ln\left(1 - \frac{S_b}{R.C_b}\right)$$

$$-rM \cdot \ln e = \ln\left(1 - \frac{S_b}{R.C_b}\right)$$

$$M = -\frac{1}{r} \cdot \ln\left(1 - \frac{S_b}{R.C_b}\right)$$

$$M = -\frac{1}{r} \cdot \ln\left(\frac{R.C_b}{R.C_b} - \frac{S_b}{R.C_b}\right)$$

$$M = -\frac{1}{r} \cdot \ln\left(\frac{R.C_b - S_b}{R.C_b}\right)$$

$$M = \frac{1}{r} \cdot \ln\left(\frac{R.C_b}{R.C_b - S_b}\right)$$

$$M = \frac{1}{r} \cdot \ln\left(\frac{R.C_b}{R.C_b - \alpha.S_l}\right)$$

### Contoh Numerik

Sebuah sistem rantai nilai terdiri dari 1 vendor dan 1 buyer dengan dengan rata-rata permintaan berdistribusi normal sebesar 4000 dengan standar deviasi 300. Nilai  $\sigma_0^2=5, \sigma_1^2=0,5$ , dan factor bias (b) = 0,75, Ongkos beli 0 vendor dan buyer masing-masing Rp. 10 per unit dan Rp. 12 per unit. Ongkos pesan vendor dan buyer masing-masing Rp. 300 dan Rp. 1000 per pesan. Sedangkan ongkos simpan vendor sebesar Rp 1 /unit/tahun, ongkos simpan buyer Rp. 1,32 /unit/tahun. Jika terjadi kekurangan persediaan maka akan dipenuhi secara backorder dengan ongkos sebesar Rp. 3 per unit. Maka kebijakan inventori untuk vendor dan buyer jika melakukan integrasi dan tidak adalah :

Tabel hasil Perhitungan

	Independent	Integrasi
<b>Iterasi 1</b>		
q1	1348	1348
alpha 1	0,03	0,03
z(alpha) 1	1,90	1,90
f(z)	0,66	0,66
w(z) 1	0,01	0,01
r1	1285	1285
N	96	96
q2	3333	4316
alpha 2	0,07	0,09
z(alpha) 2	0,80	0,65
f(z)	0,29	0,32
w(z) 2	0,12	0,16
r2	1120	1098
selisih (r1 dan r2)	165	188
<b>Iterasi 2</b>		
q1	3333	4316
alpha 1	0,07	0,09
z(alpha) 1	0,80	0,65
f(z)	0,29	0,32
w(z) 1	0,12	0,16
r1	1120	1098
N	34	34
q2	2109	3453
alpha 2	0,05	0,08
z(alpha) 2	1,10	0,90
f(z)	0,22	0,27

w(z) 2	0,07	0,10
r2	1165	1135,00
selisih (r1 dan r2)	45	37,50
	(mendekati)	(mendekati)
<b>q optimal</b>	<b>2109</b>	<b>3453</b>
<b>Ongkos Vendor</b>	<b>2529</b>	<b>0</b>
<b>Ongkos Buyer</b>	<b>4384</b>	<b>4755</b>
<b>Total Cost</b>	<b>6913</b>	<b>4755</b>

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan metode Hadley within dengan hasil terjadi penurunan ongkos total vendor dan kenaikan pada ongkos total buyer. Kompensasi atas pemenuhan permintaan yang dilakukan vendor secara random dan kenaikan ongkos total buyer yaitu dengan penundaan pembayaran untuk buyer selama 1 bulan.

### Kesimpulan

1. Dengan melakukan strategi integrasi antara *vendor* dan *buyer*, ukuran lot ekonomis tidak hanya dilihat dari sisi *buyer* saja akan tetapi mempertimbangkan kapasitas *vendor* didalam pemenuhan permintaan.
2. Perubahan asumsi permintaan dari deterministik menjadi probabilistik berpengaruh terhadap besarnya total ongkos *buyer*. Sehingga akan berpengaruh terhadap ukuran lot ekonomis bersama (*vendor* dan *buyer*)
3. Penundaan pembayaran yang ditawarkan *vendor* dilakukan untuk menarik minat *buyer* sebagai kompensasi pemenuhan yang tidak sama dengan permintaan.

### Daftar Pustaka

1. A.J. Clark, H. Scarf, Optimal policies for a multi-echelon inventory problem, *Management Science* 6 (1960) 475\_490.
2. Nur Bahagia, S. Sistem Inventori. Penerbit ITB (2006)
3. S.K. Goyal, Economic order quantity under conditions of permissible delay in payments, *Journal of the Operational Research Society* 36 (1985) 335\_338.
4. Shah, N.H., and Ajay S.G. An Integrated economic lot size model for vendor and buyer inventory system when input is random, *Mathematical and Computer Modelling* 49 (2009) 1326\_1330.
5. Z.K. Weng, Channel coordination and quantity discounts, *Management Science* 41 (9) (1995) 1509\_1522.

## Penentuan Lokasi Optimal Posko Bencana Banjir Di Kota Bandung Dengan Metode P-Median Set Covering Problem

Liane Okdinawati, Eduard Sondakh

Politeknik Pos Indonesia, Bandung,  
Jl. Sariasih No. 54 Bandung Telp.(022) 2009562 Fax(022) 2009568  
[Aneu88@yahoo.com](mailto:Aneu88@yahoo.com),  
Jurusan Logistik Bisnis, Politeknik Pos Indonesia

### ABSTRAK

Bencana merupakan suatu kejadian yang sulit diprediksi dan dapat terjadi secara tiba-tiba. Penyebab bencana tersebut sangat bervariasi dikarenakan faktor alam dan ulah manusia. Dampak dari bencana akan mengakibatkan kerusakan dalam skala besar secara fisik dan psikis dan mengancam nyawa manusia dalam jumlah banyak dalam kerugian tertentu. Dalam upaya penanganan bencana, kecepatan bertindak merupakan faktor penting dalam kegiatan penyelamatan dan mengurangi penderitaan akibat bencana.

Belakangan ini semakin sering kita melihat bencana alam terjadi di negara Indonesia ini, salah satunya adalah gempa bumi yang terjadi di Yogyakarta, banjir yang terjadi di Jakarta dan Bali. Oleh karena itu Jawa Barat khususnya kota Bandung pun tidak luput dari bencana alam yang mungkin akan terjadi apalagi melihat kondisi alam kota Bandung belakangan ini yang sering terjadi adalah hujan lebat yang diikuti dengan angin kencang, sehingga pemerintah kota Bandung perlu untuk menentukan posko-posko bantuan bencana sebagai salah satu upaya mitigasi (pengurangan), persiapan, respons darurat dan pemulihan daerah korban bencana sehingga daerah-daerah yang terkena bencana dapat segera diberikan bantuan secepatnya secara efisien dan efektif sehingga kerugian baik secara material maupun immaterial dapat dikurangi.

Jika bencana alam terjadi maka posko bantuan bencana tersebut dapat dioperasikan dan para staf medis yang ditunjuk dapat membantu para korban dengan cepat dan lebih efisien. Dalam asumsi ini para korban bisa langsung ke posko bantuan yang terdekat. Posko bantuan bencana ini bisa berupa fasilitas publik maupun pribadi seperti sekolahan, lapangan golf, lapangan sepak bola, lapangan parkir dll, dimana fasilitas itu terbuka dan besar sehingga dapat mengakomodasi korban bencana dalam jumlah besar, dan relatif bebas dari bencana dan dapat mengakomodasi helikopter jika bantuan udara diperlukan.

## PENDAHULUAN

Bencana merupakan suatu kejadian yang sulit diprediksi dan dapat terjadi secara tiba-tiba. Penyebab bencana tersebut sangat bervariasi dikarenakan faktor alam dan ulah manusia. Dampak dari bencana akan mengakibatkan kerusakan dalam skala besar secara fisik dan psikis dan mengancam nyawa manusia dalam jumlah banyak dalam kerugian tertentu. Dalam upaya penanganan bencana, kecepatan bertindak merupakan faktor penting dalam kegiatan penyelamatan dan mengurangi penderitaan akibat bencana.

Bantuan bencana adalah bagian dari logistik sehingga untuk mencapai sasaran dengan baik dilakukan melalui efisiensi dan efektifitas operasi logistik dan lebih tepatnya supply chain management. Oleh karena itu, teknik logistik dan supply chain management menjadi penting sekali untuk sektor bantuan. Selama ini logistik untuk bantuan bencana tidak banyak diperhatikan orang sehingga tidak berkembang banyak. Sampai pada akhirnya pada waktu terjadinya Tsunami di Samudera India operasi bantuan bencana menjadi pusat perhatian semua orang.

Bencana alam sering terjadi di negara Indonesia ini, menyiratkan ironi dan keprihatinan mendalam masyarakat luas. Terjadinya bencana alam di Indonesia tidak pernah menjadikan hal tersebut sebagai pelajaran untuk segera dan selalu bersiaga menghadapi bencana alam di masa-masa yang akan datang.

Pemerintah sering tidak tanggap bila bencana mulai menelan korban, karena biasanya pemerintah tidak memiliki perencanaan yang matang. Mulai dari memberikan bantuan, mengevakuasi korban, penyaluran bantuan yang sekenanya sehingga semakin banyak korban yang terkena dampak bencana tidak mendapatkan bantuan yang memadai. Belum lagi upaya pemulihan pasca bencana terkesan begitu lamban. Kerap pula pemerintah memandang sebelah mata kemungkinan terjadinya bencana di daerah yang menjadi tanggung jawabnya.

Oleh karena itu pemerintah daerah Jawa Barat khususnya kota Bandung sesuai dengan fungsi masing-masing otonomi daerahnya perlu melakukan manajemen bencana. Yang dimaksud dalam manajemen bencana disini adalah melakukan langkah-langkah

strategis untuk meningkatkan tindakan-tindakan (*measures*) terkait dengan preventif (pencegahan), mitigasi (pengurangan), persiapan, respons darurat dan pemulihan.

Belakangan ini semakin sering kita melihat bencana alam terjadi di negara Indonesia ini, salah satunya adalah gempa bumi yang terjadi di Yogyakarta, banjir yang terjadi di Jakarta dan Bali. Oleh karena itu Jawa Barat khususnya kota Bandung pun tidak luput dari bencana alam yang mungkin akan terjadi apalagi melihat kondisi alam kota Bandung belakangan ini yang sering terjadi adalah hujan lebat yang diikuti dengan angin kencang, sehingga pemerintah kota Bandung perlu untuk menentukan posko-posko bantuan bencana sebagai salah satu upaya mitigasi (pengurangan), persiapan, respons darurat dan pemulihan daerah korban bencana sehingga daerah-daerah yang terkena bencana dapat segera diberikan bantuan secepatnya secara efisien dan efektif sehingga kerugian baik secara material maupun imaterial dapat dikurangi.

Jika bencana alam terjadi maka posko bantuan bencana tersebut dapat dioperasikan dan para staf medis yang ditunjuk dapat membantu para korban dengan cepat dan lebih efisien. Dalam asumsi ini para korban bisa langsung ke posko bantuan yang terdekat. Posko bantuan bencana ini bisa berupa fasilitas publik maupun pribadi seperti sekolahan, lapangan golf, lapangan sepak bola, lapangan parkir dll, dimana fasilitas itu terbuka dan besar sehingga dapat mengakomodasi korban bencana dalam jumlah besar, dan relatif bebas dari bencana dan dapat mengakomodasi helikopter jika bantuan udara diperlukan.

## TINJAUAN PUSTAKA

### KARAKTERISTIK BENCANA DI INDONESIA

Bencana alam pada dasarnya disebabkan aktivitas alam yang tidak dapat diketahui, diperkirakan dengan jelas dan tepat. Seperti gempa bumi, angin puting beliung, dan tsunami. Sedangkan penyebab bencana yang lain adalah ulah manusia yang tak bertanggung jawab dalam ekosistem alam. Kerusakan ekosistem mengakibatkan keseimbangan alam terganggu. Rusaknya hutan akibat *illegal logging*, pertanian atau perkebunan yang tidak memperhatikan kondisi topografi dan lingkungan hutan, alih

fungsi bukit menjadi tempat pemukiman, sebagian kecil dari banyak aktivitas manusia dalam merusak alam ini

Sebagai langkah awal dalam upaya penanggulangan bencana adalah identifikasi karakteristik bencana. Karakteristik bencana yang mengancam di Indonesia ini perlu dipahami oleh aparat pemerintah dan masyarakat terutama yang tinggal di wilayah yang rawan bencana. Upaya mengenal karakteristik bencana yang sering terjadi di Indonesia merupakan suatu upaya mitigasi, sehingga diharapkan dampak dari bencana dapat dikurangi.

Pemahaman tentang ancaman bencana meliputi pengetahuan secara menyeluruh tentang hal-hal sebagai berikut :

- Bagaimana ancaman bahaya timbul.
- Tingkat kemungkinan terjadinya bencana serta seberapa besar skalanya mekanisme perusakan secara fisik.
- Sektor dan kegiatan-kegiatan apa saja yang akan sangat terpengaruh atas kejadian bencana.
- Dampak dari kerusakan.

Deskripsi karakteristik dari sejumlah bencana yang sering terjadi di Indonesia adalah sebagai berikut :

- a. Banjir
- b. Tanah Longsor
- c. Kekeringan
- d. Kebakaran Hutan dan Lahan
- e. Angin Badai
- f. Gempa Bumi
- g. Tsunami
- h. Letusan Gunung Berapi
- i. Wabah Penyakit

## **BANJIR**

Ada dua pengertian mengenai banjir: (1) aliran air sungai yang tingginya melebihi muka air normal sehingga melimpas dari palung sungai menyebabkan adanya genangan pada lahan rendah di sisi sungai. Aliran air limpasan tersebut yang semakin meninggi, mengalir dan melimpasi muka tanah yang biasanya tidak dilewati aliran air; (2) gelombang banjir berjalan kearah hilir sistem sungai yang berinteraksi dengan kenaikan muka air di muara akibat badai.

Untuk negara tropis seperti Indonesia, berdasarkan sumber airnya, air yang berlebihan tersebut dapat dikategorikan dalam tiga kategori: (a) Banjir yang disebabkan oleh hujan lebat yang melebihi kapasitas penyaluran sistem pengaliran air yang terdiri dari sistem sungai alamiah dan sistem drainase buatan manusia. (b) Banjir yang disebabkan meningkatnya muka air di sungai sebagai akibat pasang laut maupun meninggginya gelombang laut akibat badai. (c) Banjir yang disebabkan oleh kegagalan bangunan air buatan manusia seperti bendungan, bendung, tanggul dan bangunan pengendalian banjir. (d) Banjir akibat kegagalan bendungan alam atau penyumbatan aliran sungai akibat runtuhnya/longsornya tebing sungai. Ketika sumbatan/bendungan tidak dapat menahan tekanan air maka bendungan akan hancur, air sungai yang terbungung mengalir deras sebagai banjir bandang. Contoh kasus banjir bandang jenis ini terjadi pada banjir Bohorok, Kabupaten Langkat, Propinsi Sumatera Utara.

## **PENYEBAB BANJIR**

Pada umumnya banjir disebabkan oleh curah hujan yang tinggi diatas normal, sehingga sistem pengaliran air yang terdiri dari sungai dan anak sungai alamiah serta sistem saluran drainase dan kanal penampung banjir buatan yang ada tidak mampu menampung akumulasi air hujan tersebut sehingga meluap. Kemampuan/daya tampung sistem pengaliran air dimaksud tidak selamanya sama, tetapi berubah akibat sedimentasi, penyempitan sungai akibat fenomena alam dan ulah manusia, tersumbat sampah serta hambatan lainnya. Penggundulan hutan di daerah tangkapan air hujan (*cacthment area*) juga menyebabkan peningkatan debit banjir karena debit/pasokan air yang masuk ke dalam sistem aliran menjadi tinggi sehingga melampaui kapasitas pengaliran dan menjadi

pemicu terjadinya erosi pada lahan curam yang menyebabkan terjadinya sedimentasi di sistem pengaliran air dan wadah air lainnya. Disamping itu berkurangnya daerah resapan air juga berkontribusi atas meningkatnya debit banjir. Pada daerah pemukiman dimana telah padat dengan bangunan sehingga resapan air kedalam tanah berkurang, jika terjadi hujan dengan curah hujan yang tinggi sebagian besar air akan menjadi aliran air permukaan yang akan langsung masuk ke dalam sistem pengaliran air sehingga kapasitasnya terlampaui dan menyebabkan banjir.

## KOMPONEN YANG TERANCAM

Bencana banjir mengakibatkan kerugian berupa korban manusia dan harta benda, baik milik perorangan maupun milik umum yang dapat mengganggu dan bahkan melumpuhkan kegiatan sosial-ekonomi penduduk. Uraian rinci tentang korban manusia dan kerusakan pada harta benda dan prasarana umum diuraikan sebagai berikut :

### 1. Manusia

- Jumlah penduduk yang meninggal dunia.
- Jumlah penduduk yang hilang.
- Jumlah penduduk yang luka-luka.
- Jumlah penduduk yang mengungsi.
- 

### 2. Prasarana Umum

- Prasarana transportasi yang tergenang, rusak dan hanyut, diantaranya : jalan, jembatan dan bangunan lainnya ; jalan KA, stasiun KA, terminal bus, jalan akses dan kompleks pelabuhan.
- Fasilitas sosial yang tergenang, rusak dan hanyut diantaranya : sekolah, rumah ibadah, pasar, gedung pertemuan, Puskesmas, Rumah Sakit, Kantor Pos, dan fasilitas sosial lainnya.
- Fasilitas pemerintahan, industri-jasa, dan fasilitas strategis lainnya: kantor instansi pemerintah, kompleks industri, kompleks perdagangan, instalasi listrik, pembangkit listrik, jaringan distribusi gas, instalasi telekomunikasi yang tergenang, rusak dan hanyut serta dampaknya, misal berapa lama fasilitas-fasilitas terganggu sehingga tidak dapat memberikan layanannya.

- Prasarana pertanian dan perikanan: sawah beririgasi dan sawah tadah hujan yang tergenang dan puso (penurunan atau kehilangan produksi), tambak, perkebunan, ladang, gudang pangan dan peralatan pertanian dan perikanan yang tergenang (tergenang lebih dari tiga hari dikategorikan rusak) dan rusak (erjadi penurunan atau kehilangan produksi) karena banjir.
  - Prasarana pengairan : bendungan, bendung, tanggul, jaringan irigasi, jaringan drainase, pintu air, stasion pompa, dan sebagainya.
3. Harta Benda Perorangan
- Rumah tinggal yang tergenang, rusak dan hanyut.
  - Harta benda (aset) diantaranya modal-barang produksi dan perdagangan, mobil, perabotan rumah tangga, dan lainnya yang tergenang, rusak dan hilang.
  - Sarana pertanian-peternakan-perikanan : peternakan unggas, peternak hewan berkaki empat, dan ternaknya yang mati dan hilang. Perahu, dermaga dan sarana perikanan yang rusak dan hilang.

### SET-COVERING PROBLEM

Dinyatakan bahwa permasalahan yang ada mempunyai struktur sebagai berikut :

$$\text{Max } c_x$$

$$A_x \geq e^T$$

$$x_j = 0 \text{ atau } 1 \text{ untuk } j = 1, \dots, n$$

Dimana  $A$  adalah matrik  $m \times n$  (0 dan 1),  $e^T = (1, \dots, 1)$  adalah vektor  $n$ . 0-1 *linear programming problem* ini disebut *set covering problem*.

### APLIKASI DARI SET-COVERING PROBLEM

Penggunaan *set-covering problem* yang paling sederhana adalah menentukan jumlah minimum fasilitas dan lokasinya sehingga setiap *demand* terpenuhi oleh satu fasilitas sehingga setiap *demand* dapat mencapai lokasi dengan waktu dan jarak yang cepat. Hal ini pertama kali di perkenalkan oleh Toregas (1970) dalam *Geographical*

*Analysis* (1973). Permasalahan ini disebut permasalahan "*covering*" dimana setiap *demand* dapat dilayani dengan waktu maksimum atau jarak yang telah ditentukan. *Demand* dikatakan terlayani jika satu atau lebih lokasi terletak dalam jarak maksimum atau waktu yang dikehendaki *demand* tersebut. Dalam penentuan lokasi dengan menggunakan *set-covering problem* yang sederhana mengharuskan setiap *demand* harus terlayani dengan sedikitnya satu tempat pelayanan.

Dalam tipe kedua penentuan lokasi yaitu *Maximal Covering Location Problem* (MCLP) yang dilakukan oleh Church dan Re Velle (1974). Terdapat kondisi dimana pelayanan perlu dilakukan oleh lebih dari satu lokasi, hal ini juga dilakukan oleh Daskin, Hogan dan Re Velle (1988). Hal ini terjadi jika tidak setiap saat lokasi pelayanan dapat melayani. Sebagai contoh, diasumsikan ambulance sebagai titik point pelayanan untuk melayani *demand* dalam daerah perkotaan. Jika ambulance terdekat sibuk, maka lokasi ambulance berikutnya dapat dipakai untuk melayani *demand* tersebut. Tetapi jika lokasi ambulance tersebut ternyata jauh dari jarak yang ditentukan *demand* maka dicari lokasi yang memenuhi standard jarak tersebut. Untuk menghadapi permasalahan seperti ini maka model dibuat untuk dapat melakukan pelayanan yang diperlukan oleh beberapa *demand* (*multiple covarage*).

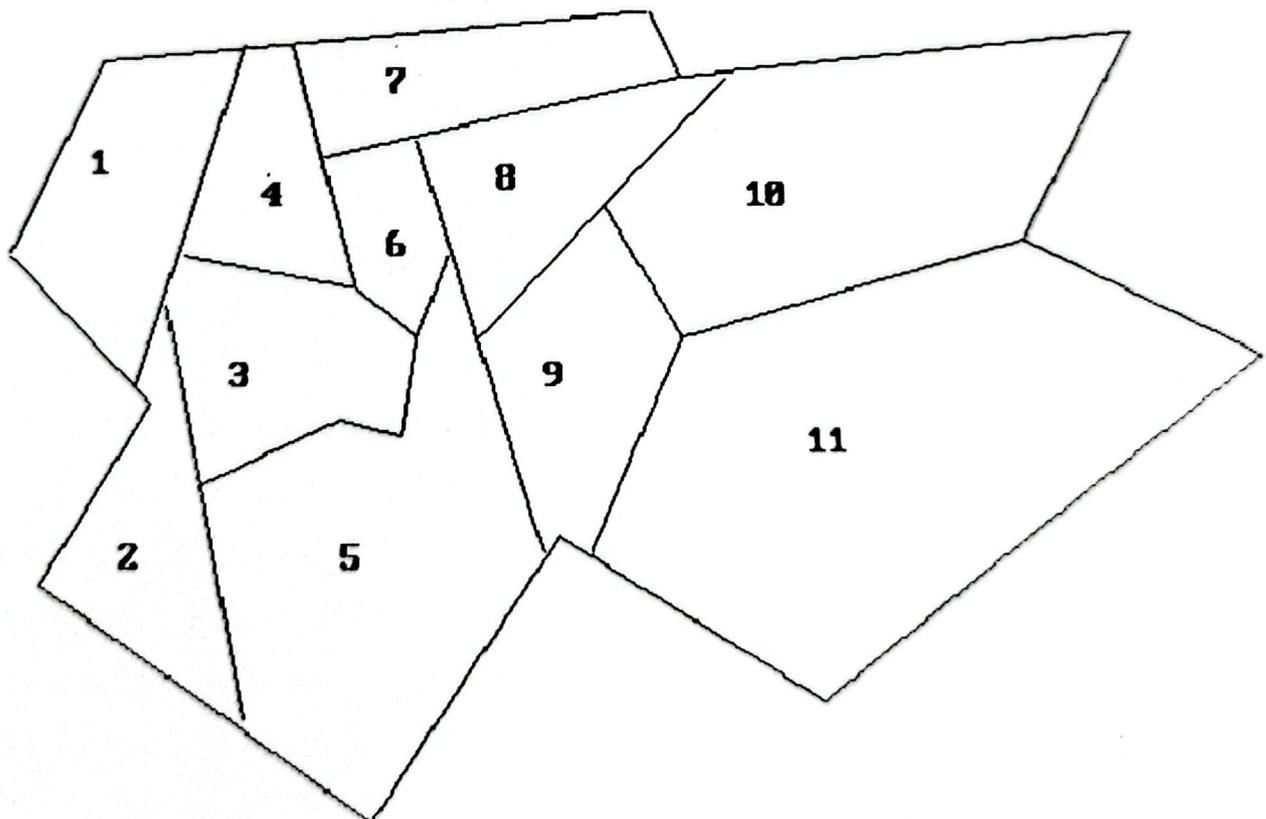
Terdapat dua cara yang dapat dipergunakan dalam *multiple coverage* yaitu *stochastic/probabilistic* dan *deterministic*. Contoh terbaik dalam penggunaan *probabilistic multiple coverage model* adalah model dimana *demand* yang membutuhkan pelayanan dalam jumlah yang maksimum dilakukan oleh Daskin (1983). Sedangkan contoh terbaik dalam penggunaan *deterministic cover model* dilakukan oleh Hogan dan Re Velle (1986) dimana melibatkan dua level pelayanan maksimum.

Toregas merupakan orang pertama yang menggunakan model *multi-level coverage* (Toregas 1970;1971). Toregas menyatakan bahwa *Multi-level Location Set-Covering Problem* (ML-LSCP) sebagai model pencarian jumlah minimum fasilitas yang dibutuhkan untuk melayani setiap *demand* beberapa kali, dimana pelayanan yang diberikan dapat berbeda untuk setiap *demand*. Mungkin ada *demand* yang membutuhkan pelayanan tiga kali, sedangkan *demand* yang lainnya membutuhkan dua kali pelayanan dan sebagainya. Penyelesaian ML-SCP ini adalah membuat suatu sumber pelayanan yang efisien yang memenuhi semua *demand* dengan berbagai persyaratannya.

## PENDEKATAN YANG DILAKUKAN

Setelah permasalahan yang ada di formulasikan sebagai *set-covering* maka pencarian untuk mencapai yang hasil optimal atau yang mendekati hasil yang optimal (*near optimal/NP*) permasalahan 0-1 *linear programming* dimulai. Kebanyakan solusi dimulai mengasumsikan jika matrik  $A$  adalah matrik 0-1 (Padberg 1974) maka LP akan mempunyai matrik 0-1 hasil yang optimal untuk setiap pilihan dari fungsi objektifnya. Akan tetapi jika matrik  $A$  adalah matrik ideal (Padberg 1993), maka akan mempunyai matrik yang ideal juga untuk hasil yang optimal. Hal ini telah dilihat dalam praktek penggunaannya jika permasalahan yang dihadapi relatif kecil maka *linier programming* akan menghasilkan solusi integer yang relatif cepat. Akan berbeda halnya jika permasalahan yang dihadapi besar maka solusi *linear programming* akan dramatis meningkat.

Hal ini dapat diilustrasikan sebagai berikut: penentuan lokasi pemadam kebakaran di kota A, dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.2 Peta Kota A

Lokasi pemadam kebakaran dapat berada di daerah mana saja dimana pemadam kebakaran tersebut dapat melayani daerah dimana pemadam kebakaran berada dan daerah-daerah lainnya disekitar lokasi pemadam kebakaran. Hal ini diterapkan agar jumlah lokasi pemadam kebakaran seminimal mungkin.

Diasumsikan variabel  $x_j$  untuk setiap daerah  $j$ . Variabel ini bernilai 1 jika lokasi pemadam kebakaran ada disini, dan bernilai 0 jika sebaliknya. Hal ini dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 & \text{Minimize } x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} \\
 & \text{subject to } x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \geq 1 \\
 & \quad x_1 + x_2 + x_3 \quad + x_5 \geq 1 \\
 & \quad x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \geq 1 \\
 & \quad x_1 \quad + x_3 + x_4 \quad + x_6 + x_7 \geq 1 \\
 & \quad \quad x_2 + x_3 \quad + x_5 + x_6 \quad + x_8 + x_9 \geq 1 \\
 & \quad \quad \quad x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 \geq 1 \\
 & \quad \quad \quad \quad x_4 \quad + x_6 + x_7 + x_8 \geq 1 \\
 & \quad \quad \quad \quad \quad x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} \geq 1 \\
 & \quad \quad \quad \quad \quad \quad x_5 \quad + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} \geq 1 \\
 & \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} \geq 1 \\
 & \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad x_9 + x_{10} + x_{11} \geq 1 \\
 & \quad x_j \in \{0,1\} \quad j = 1, \dots, 11
 \end{aligned}$$

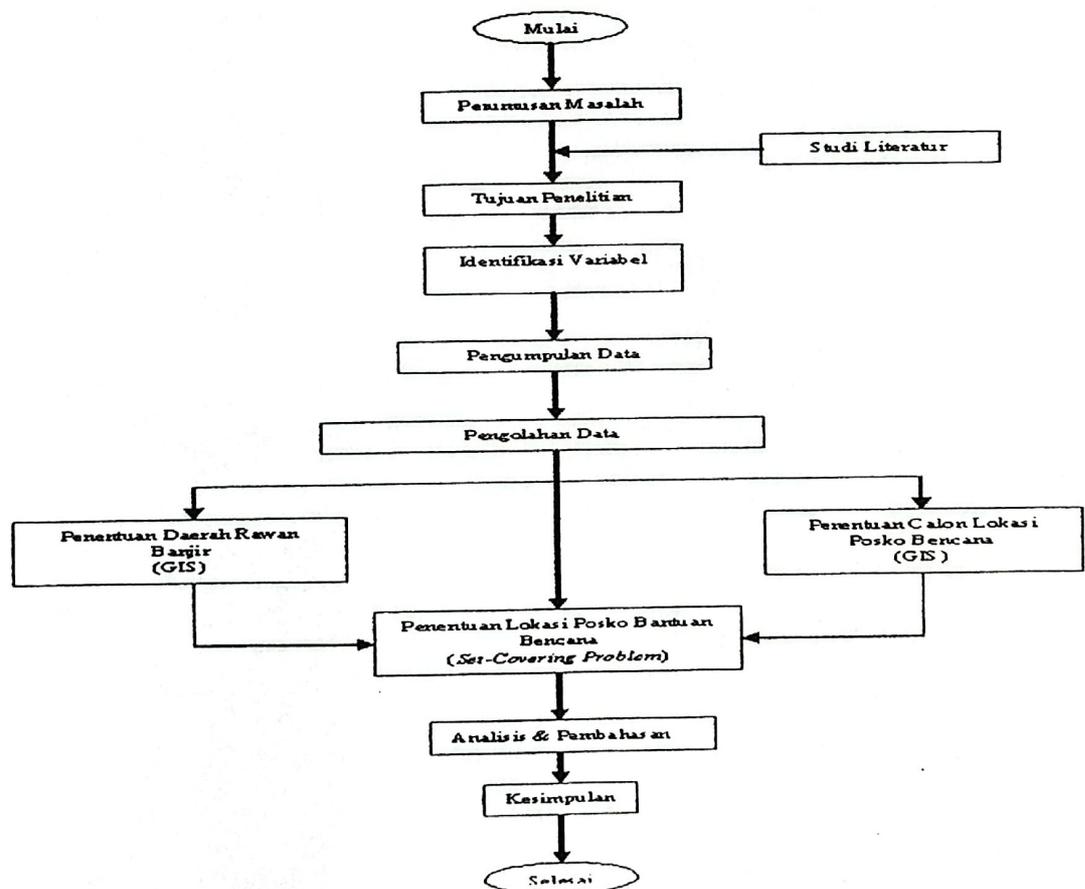
Pada konstrain pertama dinyatakan bahwa lokasi pemadam kebakaran berada di daerah 1 atau berada di daerah sekitarnya. Konstrain berikutnya untuk daerah 2 dan sebagainya. Perhatikan bahwa koefisien konstrain  $a_{ij}$  adalah 1 jika berdekatan dengandaerah  $j$  atau jika  $i = j$  dan 0 jika sebaliknya. Kolom  $j$  dari matrik ini menyatakan sejumlah daerah yang dapat dijadikan lokasi pemadam kebakaran di daerah  $j$ . Matrik ini dibuat agar setiap daerah yang ada membutuhkan pelayanan dapat dilayani oleh paling sedikitnya oleh satu lokasi pemadam kebakaran.

Satu hasil optimal untuk masalah ini adalah  $x_3 = x_8 = x_9 = 1$  dan yang lainnya sama dengan 0.

## MODEL PEMECAHAN MASALAH

Dalam upaya penentuan lokasi posko bantuan bencana banjir di kota Bandung pertama-tama perlu dilakukan penentuan daerah rawan bencana banjir. Salah satu alternatif alat yang dipergunakan dalam penentuan daerah rawan bencana ini adalah Geographic Information System (GIS) yaitu sistem berbasis komputer yang berguna dalam melakukan pemetaan dan analisa berbagai hal dan peristiwa yang terjadi di permukaan bumi.

Setelah daerah rawan bencana banjir diketahui maka dengan bantuan GIS juga kita dapat menentukan daerah-daerah yang layak dipergunakan sebagai tempat didirikannya posko bantuan bencana. Kemudian dengan mempergunakan data daerah rawan bencana banjir dan daerah-daerah yang layak untuk didirikan posko bantuan bencana sebagai bahan pertimbangannya maka dengan mempergunakan model linear program set-covering problem dapat ditentukan posko-posko bencana untuk setiap lokasi daerah rawan bencana.



Gambar 1 Flow Chart Model Pemecahan Masalah

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Dari ke-26 kecamatan yang ada di kota Bandung maka dibuat model penentuan lokasi bencana sebagai berikut:

$$\begin{array}{rcl}
 x_1 + x_2 & + x_5 + x_6 + x_7 & \geq 1 \dots\dots\dots (1) \\
 x_1 + x_2 & & + x_7 + x_8 + x_9 & \geq 1 \dots\dots\dots (2) \\
 & x_3 & & \geq 1 \dots\dots\dots (3) \\
 & & x_4 + x_5 & \geq 1 \dots\dots\dots (4) \\
 x_1 & + x_4 + x_5 + x_6 & & \geq 1 \dots\dots\dots (5) \\
 x_1 & & + x_5 + x_6 & \geq 1 \dots\dots\dots (6) \\
 x_1 + x_2 & & + x_7 + x_8 & \geq 1 \dots\dots\dots (7) \\
 & x_2 & + x_7 + x_8 + x_9 & \geq 1 \dots\dots\dots (8) \\
 & & x_7 & + x_8 + x_9 & \geq 1 \dots\dots\dots (9) \\
 & & & x_{10} + x_{11} & + x_{18} \geq 1 \dots\dots\dots (10) \\
 & & & x_{10} + x_{11} & \geq 1 \dots\dots\dots (11) \\
 & & & & x_{12} + x_{13} & \geq 1 \dots\dots\dots (12) \\
 & & & & x_{12} + x_{13} + x_{14} & \geq 1 \dots\dots\dots (13) \\
 & & & & & x_{13} + x_{14} & \geq 1 \dots\dots\dots (14) \\
 & & & & & & x_{15} + x_{16} & \geq 1 \dots\dots\dots (15) \\
 & & & & & & x_{15} + x_{16} & \geq 1 \dots\dots\dots (16) \\
 & & & & & & & x_{17} + x_{18} \geq 1 \dots\dots\dots (17) \\
 & & & & & & & x_{10} & + x_{17} + x_{18} \geq 1 \dots\dots\dots (18)
 \end{array}$$

$$x_1, x_2, x_3, \dots, x_{18} = 0 \text{ atau } x_1, x_2, x_3, \dots, x_{18} = 1$$

Karena persamaan (15) dan (16) ekuivalen, sistem persamaan di atas dapat direduksi menjadi 17 persamaan, yaitu:

$$\begin{array}{rcl}
 x_1 + x_2 & + x_5 + x_6 + x_7 & \geq 1 \dots\dots\dots (1) \\
 x_1 + x_2 & & + x_7 + x_8 + x_9 & \geq 1 \dots\dots\dots (2) \\
 & x_3 & & \geq 1 \dots\dots\dots (3) \\
 & & x_4 + x_5 & \geq 1 \dots\dots\dots (4) \\
 x_1 & + x_4 + x_5 + x_6 & & \geq 1 \dots\dots\dots (5)
 \end{array}$$

Perhatikan bahwa dengan model ini diperoleh bahwa banyaknya posko banjir minimal yang dapat meng-cover 18 kecamatan yang ada adalah 7 buah. Solusi ini ternyata tidak tunggal, karena  $X_3 = X_5 = X_8 = X_{11} = X_{13} = X_{16} = X_{17} = 1$  dan  $X_1 = X_2 = X_4 = X_6 = X_7 = X_9 = X_{10} = X_{12} = X_{14} = X_{15} = X_{18} = 0$  juga memenuhi semua kendala/*constraint* yang ada dengan nilai minimum fungsi objektif = 7, sama dengan solusi semula. Jadi, posko-posko banjir dapat pula didirikan di kecamatan-kecamatan berikut:

1. Ujung Berung Atas
2. Rancasari Tengah
3. Arcamanik Tengah
4. Batu Nunggal Bawah
5. Bandung Kulon Tengah
6. Coblong Atas
7. Cibeunying Kidul Atas

Sedikit keuntungan yang didapat dari solusi ini adalah bahwa apabila banjir terjadi di Coblong Atas dan tidak ada lokasi di Coblong Atas yang aman untuk didirikan posko bencana, dalam keadaan darurat (misalnya posko ini turut hancur saat banjir) masih ada posko di dekatnya yang masih bisa membantu, yaitu posko di Kecamatan Cibeunying Kidul Atas yang berjarak 3,7 km dari Kec. Coblong Atas. Keadaan menguntungkan ini tidak dapat diperoleh apabila posko banjir didirikan di Coblong Bawah.

Dari kedua solusi alternatif di atas, Kecamatan Ujung Berung Atas tetap harus mengupayakan *self-coverage* sebagaimana telah dimaksudkan di muka. Daerah ini perlu mendapat perhatian lebih agar kemungkinan banjir dapat lebih diminimalisir atau dicarikan tempat di kecamatan lain yang cukup dekat dengan Kec. Ujung Berung Atas untuk didirikan posko, dalam mengantisipasi di saat terjadi banjir di kecamatan tersebut.

## Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan diatas maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Daerah yang termasuk ke dalam daerah rawan bencana banjir tercatat menurut data Kantor Sosial Bandung adalah Ujung berung (3 kali), Rancasari (2 kali), Batununggal

- (2 kali), Bandung Kulon (1 kali), Arcamanik (1 kali), Cibeunying Kidul (1 kali) dan Cobleng (1 kali) dalam 1 tahunnya.
2. Dengan model *set covering* ini, diperoleh tujuh *coverage area*, sebagai tempat pendirian posko bencananya yaitu Ujung Berung bagian atas, Rancasari bagian tengah, Arcamanik bagian tengah, Batu Nunggal bagian bawah, Bandung Kulon bagian tengah, Cobleng bagian bawah dan Cibeunying Kidul bagian atas.

## DAFTAR PUSTAKA

- A.Caprara, M.Fischetti & P.Toth. 1998. Algorithms For The Set Covering Problem.
- Charter, Denny & Agtrisari, Irma. 2003. Desain dan Aplikasi GIS., Jakarta: Elexmedia Komputindo.
- Erika Hakasmanti. 2007. Analisis Penempatan Pusat Bantuan dan Posko-Posko Bantuan Bencana Dengan Menggunakan Metode Covering Problem. Skripsi tidak diterbitkan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- H.Jia, F.Ordonez & M.Dessouky. 2007. A Modelling Framework For Facility Location Of Medical Services For Large-Scale Emergencies IIE Transactions 39 (1): 41-55, (Online), (<http://www.informaworld.com/smpp/content?content=10.1080/07408170500539113>, diakses 18 Februari 2008)
- Hartono, Jogjanto. 2002. Analisis dan Desain. ANDI, Yogyakarta
- J.E.Besley. 1987. An Algorithm for Set Covering Problem, European Journal of Operational Research 31: 85-93.
- J.E.Besley. 1990. A Lagrangian Heuristic for Set Covering Problem. Naval Research Logistics 37: 151-164.
- Prahasta, Eddy. 2001. Belajar dan memahami MapInfo 7.5, Bandung : Informatika
- T Drezner, Z Drezner & S Salhi. 2006. A Multi-Objective Heuristic Approach For The Casualty Collection Points Location Problem. Journal of The Operational Research 57 (6): 727 – 734.

# OPTIMASI ALOKASI DISTRIBUSI SAMPAH UNTUK MEMINIMASI TOTAL ONGKOS DISTRIBUSI SAMPAH PADA PD KEBERSIHAN KOTA BANDUNG

**SYAFRIANITA**

Politeknik Pos Indonesia, Bandung,  
Jl. Sariasih No. 54 Bandung Telp.(022) 2009562 Fax(022) 2009568  
[syafrianita@yahoo.com](mailto:syafrianita@yahoo.com),  
Jurusan Logistik Bisnis, Politeknik Pos Indonesia

## **ABSTRAK**

*PD Kebersihan Kota Bandung merupakan suatu Badan Usaha Milik Daerah yang bergerak di bidang pengawasan dan pengendalian lingkungan, khususnya dalam bidang pengelolaan sampah. Tujuan penelitian ini untuk meramalkan produksi sampah untuk 12 bulan ke depan (Januari s.d. Desember 2008) pada 8 kelurahan yang berada di Kecamatan Batununggal dan mengoptimasi alokasi distribusi sampah sehingga diperoleh Total Ongkos Distribusi minimum. Model pemecahan persoalan penelitian ini yaitu Baumol-Wolfe, dengan solusi total suplai sampah dari masing-masing kelurahan adalah 6350,141 m<sup>3</sup> dan Ongkos marginal untuk setiap TPS nya sama yaitu sebesar Rp. 4.668,89.*

*Kata Kunci : Distribusi, Ongkos Marginal, Baumol-Wolfe,*

## **PENDAHULUAN**

Setiap aktivitas manusia pasti menghasilkan buangan atau sampah. Jumlah atau volume sampah sebanding dengan tingkat konsumsi kita terhadap barang/material yang kita gunakan sehari-hari. Peningkatan jumlah penduduk dan gaya hidup sangat berpengaruh pada volume sampah. Misalnya saja, kota Jakarta pada tahun 1985 menghasilkan sampah sejumlah 18.500 m<sup>3</sup> per hari dan pada tahun 2000 meningkat menjadi 25.700 m<sup>3</sup>/ hari. ([http://www.walhi.or.id/kampanye/sampah/peng\\_sampah\\_info/](http://www.walhi.or.id/kampanye/sampah/peng_sampah_info/)). Selain Jakarta, jumlah sampah yang cukup besar terjadi di kota metropolitan lainnya seperti Kota Bandung. Sejak ditutupnya Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Leuwigajah akibat longsor hingga menewaskan 21 orang penduduk sekitar bulan Februari 2005 yang lalu, sampah di Kota Bandung terus jadi masalah. Penumpukan terus

terjadi di hampir semua Tempat Pembuangan Sementara (TPS). Oleh sebab itu kini sampah Kota Bandung dan Kabupaten Bandung plus kota Cimahi dibuang ke TPA Sarimukti Citatah Kabupaten Bandung yang jaraknya 120 kilometer dari Kota Bandung dan 20 kilometer diantaranya tak beraspal.

Setiap orang di Kota Bandung memproduksi sampah kira-kira 4 liter/hari per orangnya dan setiap orang di Cimahi memproduksi 3 liter/hari per orangnya. Sementara orang kabupaten Bandung hanya memproduksi sampah setengahnya saja, yaitu 2 liter/hari per orangnya. Produksi orang Kabupaten Bandung ini masih lebih sedikit dari produksi sampah orang Sumedang yang mencapai 2,5 liter/hari per orangnya. Data produksi sampah di Metropolitan Bandung serta Kapasitas Pelayanan Sampah oleh masing-masing Pemda disajikan pada tabel 1 berikut :

Tabel 1

Kapasitas Pelayanan Sampah oleh masing-masing Pemda pada tahun 2007

Wilayah	Luas (ha)	Jumlah Penduduk (orang)	Timbunan Sampah Kota (m <sup>3</sup> /hari)	Kapasitas Pelayanan Pemda
Kota Bandung	16.730	2.141.837	8.418	65%
Kabupaten Bandung	311.475,19	4.146.997	8.21	43%
Kota Cimahi	4.036,73	442.167	1.208	45%
Kabupaten Sumedang	12.497,70	322.947	810	25%
Total Metropolitan Bandung	344.739,62	7.053.948	18.646	53%

Sumber : Laporan Tahun 2007 PD Kebersihan Kota Bandung

Masih relatif rendahnya kemampuan Pemda Kota Bandung dalam mengelola sampah, tidak terlepas dari peran PD Kebersihan Kota Bandung yang belum mampu mengoptimalkan pendistribusian sampah ke TPA. PD Kebersihan Kota Bandung memiliki areal kerja yang berada di Kota Bandung seluas 16.730 Ha. yang dibagi menjadi 3 areal kerja, yaitu :

1. Wilayah Operasi Bandung Barat ( ± 4.500 Ha.), meliputi Wilayah Administrasi Tegallega dan Cibunying;
2. Wilayah Operasi Bandung Tengah ( ± 6.900 Ha.), meliputi Wilayah Administrasi Bojonagara, Karees dan sebagian Wilayah Administrasi Gede Bage;
3. Wilayah Operasi Bandung Timur ( ± 5.330 Ha.), meliputi Wilayah Administrasi Ujung Berung, dan sebagian Wilayah Administrasi Gede Bage.

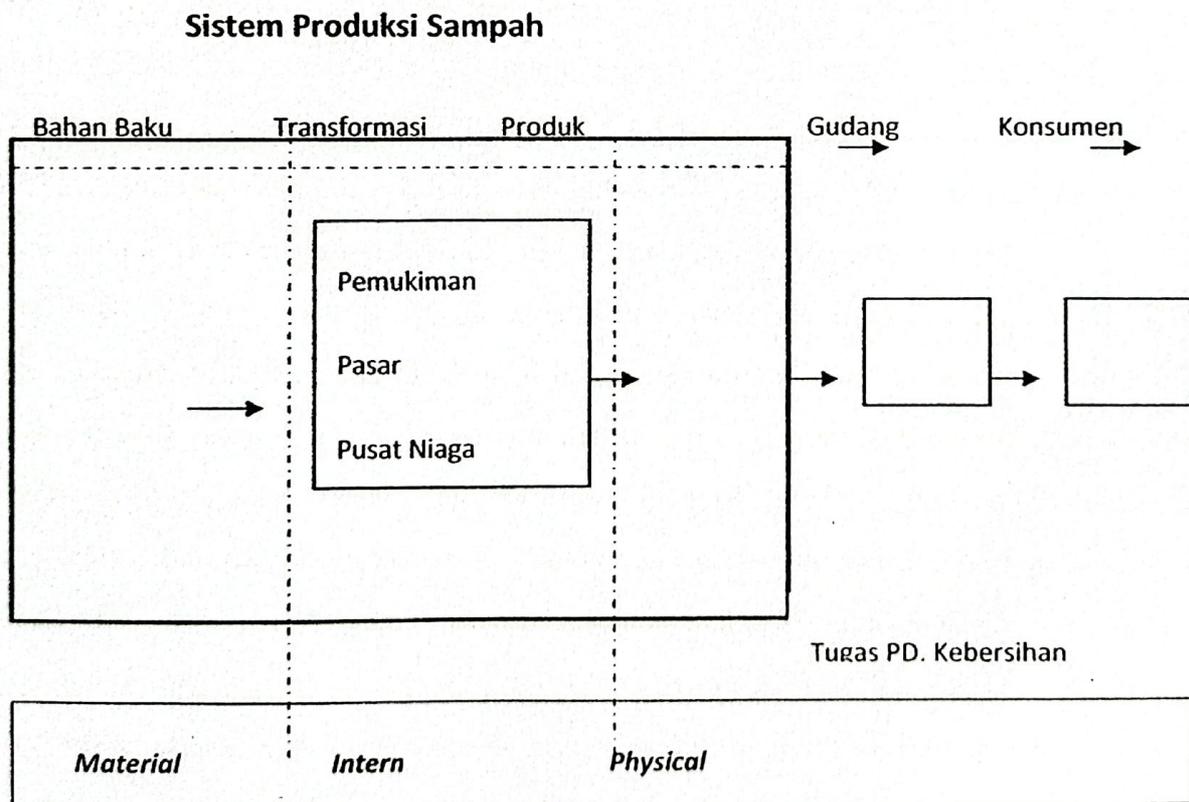
Wilayah Operasi Bandung Tengah merupakan wilayah yang memproduksi sampah terbesar (50,21 %) dibandingkan dengan daerah administrasi lainnya. Kecamatan Batununggal berada dalam Wilayah Operasi Bandung, memiliki 8 kelurahan, yaitu Kelurahan Kacapiring, Kelurahan Kebon Waru, Kelurahan Maleer, Kelurahan Gemuruh, Kelurahan Cibangkong, Kelurahan Kebon Gedang, Kelurahan Binong, dan Kelurahan Samoja. Sementara TPS yang disediakan oleh PD Kebersihan Kota Bandung untuk melayani 8 kelurahan ini adalah sebanyak 11 TPS. Kesebelas TPS tersebut adalah TPS Pasar Cicadas, TPS Maleer, TPS Kebaktian, TPS Sukabumi, TPS Palasari, TPS Trs. PSM, TPS Psr. Kiaracandong, TPS Binong Jati, TPS Gumuruh, TPS Tegalega, dan TPS Cidurian Selatan. Sistem distribusi sampah yang dilakukan oleh PD Kebersihan Kota Bandung untuk Kecamatan Batununggal, yaitu sampah yang berada di Sumber Sampah (terdapat 8 kelurahan) diangkut oleh kendaraan *feeder* ke TPS (terdapat 11 TPS) yang tersebar di beberapa lokasi Wilayah Administrasi Karees, kegiatan ini di dalam terminologi Logistik disebut sebagai aktivitas *Inbound Logistic*. Sampah yang berada di TPS-TPS kemudian didistribusikan dengan Truk Lengan Hidrolik (*Arm Roll Truck*) ke TPA (TPA Jelekong dan TPA Leuwigajah), kegiatan ini di dalam terminologi Logistik disebut sebagai aktivitas *Outbound Logistic*. Sampah-sampah yang telah disimpan di kedua TPA tersebut selanjutnya dilakukan *treatment*, sebagian ada yang didaur ulang

menjadi pupuk, batako, palet plastik, dan sebagainya lagi ditumpuk kemudian diurug dengan tanah.

Dengan demikian permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana meramalkan produksi sampah untuk 12 bulan ke depan (Januari s.d. Desember 2008) pada 8 kelurahan yang berada di Kecamatan Batununggal serta bagaimana mengoptimasi alokasi distribusi sampah untuk 12 bulan ke depan (Januari s.d. Desember 2008) yang berasal dari 8 kelurahan yang berada di Kecamatan Batununggal ke 11 TPS yang ada di Wilayah Administrasi Karees kemudian mengalokasikan sampah yang ada di TPS tersebut ke TPA Jelekong dan TPA Sarimukti sehingga Total Ongkos Distribusi menjadi minimum.

### METODE PENELITIAN

Proses pemodelan sampah ini penting untuk dipaparkan mengingat dalam penelitian ini adalah studi kasus dalam penerapan distribusi fisik dari konsep logistik. Pemodelan ini akan dipaparkan dalam gambar di bawah ini.



Gambar 1. Sampah dalam Cakupan Sistem Produksi dan Operasional Logistik

Perhitungan peramalan sampah di lakukan untuk mengetahui jumlah beban sampah yang akan di terima oleh TPA Jelengkong dan TPA Leuwi Gajah pada periode yang ditentukan dan jumlah volume sampah yang terangkut dari tiap TPS oleh TLH 10. Input diperoleh dari pengumpulan data-data pada masa lalu. Model peramalan yang digunakan berdasarkan plot data masa lalu, hasil plot data tersebut sebagai dasar model peramalan yang digunakan.

Peramalan permintaan pelanggan yang digunakan adalah peramalan yang memberikan nilai kesalahan rata-rata- kuadrat ( MSE ) terkecil, pengukuran nilai kesalahan yang dipakai adalah MSE, nilai ini sering dipakai karena lebih mudah, praktis dalam menentukan nilai kesalahan dimanan semakin kecil nilai MSE, maka makin baik peramalan tersebut. Perhitungan ini menggunakan software Quantitative System (QS).

Penentuan biaya transportasi dilakukan dengan menghitung ongkos Inbound (Ongkos transportasi dari SS ke TPS ) dan ongkos Outbound (Ongkos Transportasi dari TPS ke TPA ). Inbound didapat dari rata-rata ongkos pengangkutan sampah masing-masing kelurahan atau penghasil sampah dibagi dengan kapasitas alat angkut dengan jumlah pengangkutan. Dimana kapasitas dari alat angkut yaitu  $2 \times 1 \times 1m = 2m^3$  . dengan jumlah ritasi perhari adalah 1 X maka dalam 1 bulan di lakukan 30 kali pengangkutan.

**Biaya transportasi = [ ongkos rata-rata pengangkutan / perbulan ( Rp /bulan) ] / [ Kapasitas alat angkut ( $m^3$ ). X jumlah ritase /bulan ] X Perbandingan Jarak TPS yang digunakan.**

Untuk menentukan outbound pertama-tama harus dicari jarak terdekat dari masing-masing TPS ke tiap-tiap TPA, untuk hal tersebut dilakukan metode Shortest Route dengan menggunakan Software QS. Setelah dilakukan penentuan jarak antara masing-masing TPS ke tiap TPA, dengan formulase biaya transportasi sebagai berikut:

**Biaya transpotasi = [( B.Maintenace I + B. bahan bakar) Jarak ] + [(B.Maintenance II + B. Tenaga kerja) waktu tempuh]**

Hasil dari formulasi tersebut adalah Rupiah, untuk mendapatkan satuan Rupiah / $m^3$  , Biaya transportasi tersebut dibagi dengan kapasitas dari masing-masing Steel Container.

Sedangkan penentuan ongkos simpan bertujuan untuk mengetahui berapa besar ongkos-ongkos uang termasuk ongkos simpan tetap dan ongkos simpan variable. Karena pada TPS tidak dapat didefinisikan ongkos simpannya, maka dilakukan suatu pendekatan yang real untuk mendapatkan fungsi ongkos simpannya. Di dapatkan fungsi ongkos simpan dimana ongkos simpan berbanding lurus dengan volume sampah.

$$C = 4.668,89 X$$

Dimana : C = Ongkos Simpan

X = Volume sampah yang disimpan

Jika total ongkos simpannya telah diketahui, maka dapat pula dihitung ongkos simpan marginalnya ( Ongkos simpan Deferensialnya ). Ongkos simpan marginal ini digunakan untuk pengalokasian sampah, dengan cara menambahkan ongkos tersebut pada total ongkos transportasi. Karena pada persamaan Ongkos Simpan  $C = 4.668,89 X$ , maka Ongkos Marginalnya, yang merupakan turunan pertama dari fungsi ongkos simpan adalah  $C' = 4.668,89$

Ongkos Total distribusi dapat dihitung dengan cara menambahkan Total Ongkos Transportasi dengan Total Ongkos Simpan. Sehingga dari keseluruhan system distribusi sampah di Kota Bandung dapat di lihat berapa besar ongkos yang harus dikeluarkan.

$$\text{Total Ongkos Distribusi} = \text{Total O. Transportasi} + \text{Total Simpan}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Peramalan dilakukan dalam hal ini, adalah untuk mengetahui demand akan sampah pada TPA leuwi gajah dan jelekong untuk periode-periode berikutnya. Peramalan yang dilakukan dengan menggunakan eksponential smoothing baik dengan *single* ataupun *double*. Didapatkan hasil terbaik adalah dengan metoda *double eksponential smoothing* dengan nilai  $\alpha = 0.17$ ,  $MSE = 19.969.390,63$ , maka demand sampah yang akan diterima oleh TPA leuwi gajah dari kecamatan Batununggal dengan nilai proporsi 0.319588, adalah sebesar  $5.963,336 m^3$

Demikian juga untuk TPA jelekong setelah dilakukan peramalan dengan nilai  $\alpha$  terbaik = 0.15 untuk metode *Double exponential Smoothing*, dengan nilai  $MSE =$

1.628.699,625. Maka demand sampah untuk TPA ini yang akan disuplai dari kecamatan batununggal 386,805 m<sup>3</sup>

Setelah diramalkan berapa demand sampah untuk masing-masing TPA yang disuplai dari kecamatan batununggal, maka dapat dihitung berapa jumlah suplai sampah dari masing-masing Kelurahan, yang dihitung dari proporsi masing-masing kelurahan berdasarkan jumlah umpi per Kelurahan, dikalikan dengan demand dari kedua TPA, yaitu sejumlah 386,805 + 5.963,336 = 6350.141.

Untuk suplai masing-masing kelurahan disajikan dalam tabel 2.

Tabel 2. Suplai dari masing-masing Kelurahan

No	Kelurahan	Jumlah Umpi	Proporsi	Suplai (m3)
1	Kacapiring	1948	0.07788	494.5458
2	Kebon Waru	3423	0.13685	869.0094
3	Maleer	3369	0.13469	855.3002
4	Gumuruh	3432	0.13721	871.2943
5	Cibangkong	4096	0.16375	1039.8664
6	Kebon Gedang	2198	0.08787	558.0142
7	Binong	3053	0.12206	775.0762
8	Samoja	3494	0.13969	887.0344
<b>Total</b>		<b>25013</b>	<b>1</b>	<b>6350.141</b>

Ongkos Inbound didapat dari rata-rata ongkos pengangkutan sampah masing-masing kelurahan/penghasil sampah dibagi dengan kapasitas alat angkut dengan jumlah pengangkutan yang dikalikan dengan perbandingan jarak TPS yang digunakan (jarak aktual dari masing-masing kelurahan tersaji dalam tabel 3) Dimana kapasitas dari alat angkut yaitu 2 x 1 x 1 m = 2 m<sup>3</sup>, dengan jumlah ritasi perhari adalah 1x maka dalam 1 bulan dilakukan 30 kali pengangkutan.

$$\text{Biaya Transportasi} = \frac{|\text{Ongkos rata-rata pengangkutan/bulan (Rp/bulan)}|}{|\text{Kapasitas alat angkut}(m^3) \times \text{jumlah ritasi/bulan}|} \times \text{Perbandingan jarak TPS yang digunakan}$$

Maka didapatkan hasil yang disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 3. Jarak Aktual antara Masing-masing Kelurahan dengan tiap TPS

		TPS (Tempat Pembuangan Sementara)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Kelurahan	Kacapiring	0.500	0.500	0.400	0.300	1.600	0.550	1.100	1.450	2.225	2.700	3.875
	Kebon Waru	0.500	0.500	0.600	0.700	1.600	0.950	1.500	1.850	2.625	3.100	4.275
	Maleer	2.975	5.275	2.475	2.375	1.950	1.925	1.675	1.250	0.200	1.950	1.400
	Gumuruh	3.150	2.750	2.650	2.550	2.550	2.100	1.850	1.225	1.650	0.200	3.300
	Cibangkong	1.600	1.200	1.100	0.700	0.700	0.550	0.300	0.650	1.425	1.900	3.075
	Kebon Gedang	3.350	3.075	2.975	2.875	2.875	2.425	2.175	1.525	0.750	2.425	1.100
	Binong	3.875	3.475	3.375	3.275	3.275	2.825	2.575	1.925	1.150	2.850	0.500
	Samoja	1.150	1.550	1.450	1.350	0.550	1.300	1.050	1.400	2.175	2.650	3.825

Tabel 4. Ongkos pengangkutan sampah dari penghasil sampah ke TPS(Rp./m3)  
(INBOUND)

		TPS (Tempat Pembuangan Sementara)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Kelurahan	Kacapiring	107.64	107.64	86.11	64.58	344.44	118.40	236.81	312.15	478.99	581.25	834.20
	Kebon Waru	107.64	107.64	129.17	150.69	344.44	204.51	322.92	398.26	565.10	667.36	920.31
	Maleer	640.45	1.135.59	532.81	511.28	419.79	414.41	360.59	269.10	43.06	419.79	301.39
	Gumuruh	678.13	592.01	570.49	548.96	548.96	452.08	398.26	263.72	355.21	43.06	710.42
	Cibangkong	344.44	258.33	236.81	215.28	150.69	118.40	64.58	139.93	306.77	409.03	661.98
	Kebon Gedang	721.18	661.98	640.45	618.92	618.92	522.05	468.23	328.30	161.46	522.05	236.81
	Binong	834.20	748.09	726.56	705.03	705.03	608.16	554.34	414.41	247.57	613.54	107.64
	Samoja	247.57	333.68	312.15	290.63	118.40	279.86	226.04	301.39	468.23	570.49	823.44

Untuk menghitung ongkos outbound terlebih dahulu harus diketahui jarak dari masing-masing TPS ke TPA, karena salah satu variabel dalam perhitungan ongkos transportasi adalah jarak. Hasil perhitungannya sebagai berikut :

Tabel 5. Jarak dari masing-masing TPS ke TPA ( dalam Km )

Dari	Ke	Lewi Gajah ( Km )	Jelekong ( Km )
1		15.70	19.90
2		15.95	19.50
3		15.85	19.40
4		15.75	19.30
5		14.95	19.20
6		15.40	18.95
7		15.15	18.70
8		15.30	18.85
9		16.325	17.70
10		17.075	19.10
11		17.625	16.40

Setelah dilakukan penentuan jarak antara masing-masing TPS ke tiap TPA, dengan formulasi biaya transportasi sebagai berikut:

$$\text{Biaya Transportasi} = [(B.\text{Maintenance I} + B.\text{Bahan Bakar}) \text{ Jarak}] + [(B.\text{Maintenance II} + B.\text{Tenaga Kerja}) \text{ Waktu Tempuh}]$$

Hasil dari formulasi tersebut adalah Rupiah, untuk mendapatkan satuan Rupiah/m<sup>3</sup>, biaya transportasi tersebut dibagi dengan kapasitas dari masing-masing TPS. Maka didapatkan hasil, disajikan dalam tabel:

Tabel 6. Outbound ( dalam Rupiah )

		TPA ( Tempat Pembuangan Akhir )	
		Lewi Gajah ( Rp. )	Jelekong ( Rp. )
TPS ( Tempat Pembuangan Sementara )	1	522.932	662.825
	2	531.259	649.502
	3	527.928	646.171
	4	524.598	642.840
	5	497.951	639.509
	6	512.940	631.182
	7	504.613	622.855
	8	509.609	627.852
	9	543.749	589.548
	10	568.730	636.179
	11	587.050	546.248

Fungsi ongkos simpan yang dicari di sini adalah fungsi ongkos simpan dari masing-masing TPS. Tabel berikut ini adalah tabel dari data biaya satuan komponen pengelolaan sampah kota Bandung/m<sup>3</sup>.

Tabel 7. Biaya Satuan Komponen Pengelolaan Sampah Kota Bandung/m<sup>3</sup>.

No	Keterangan	Biaya
1	Penyapuan dan pengumpulan Gerobak	Rp. 11.773,01
2	Pemindahan dan Pengangkutan - Landasan - Container	Rp. 2.396,37  Rp.2.272,52
3	Pembuangan Akhir - Buldozer - Truck Loader - Excavator	Rp.2.313,57  Rp. 707,87  Rp. 696,29
4	Pengelolaan Sampah - Pengomposan	Rp. 14.855,06
5	Insinerator	Rp. 30.693, 98

Sumber : Litbang PD Kebersihan Kota Bandung September 2000

Karena fungsi ongkos simpan pada TPS hanya dipengaruhi oleh landasan dan container, maka fungsi ongkos simpannya menjadi  $C = 4.668,89 X$ , dimana  $X$  adalah jumlah sampah yang disimpan dimasing-masing TPS.

Ongkos marginal adalah turunan pertama dari fungsi ongkos simpan, dimana fungsi ongkos simpan adalah  $C = 4.668,89 X$ .

Turunan pertama dari fungsi tersebut,  $C = 4.668,89 X$        $dC/dX = 4.668,89$

Maka ongkos marginalnya untuk setiap TPS nya sama yaitu sebesar Rp. 4668,89

Untuk mendapatkan alokasi dari distribusi sampah, digunakan beberapa metode diantaranya VAM (Vogel Approximation Method), RM (Row Minimum ), dan NWC ( North West Corner ). Dari ketiga metode yang digunakan didapatkan hasil yang sama, disajikan dalam tabel berikut ini :

Tabel 8. Total Ongkos Distribusi

TPS	K	Ongkos Ongkos
1	869.01	Rp.547,971.64
2	0.00	Rp.0.00
3	0.00	Rp.0.00
4	494.55	Rp.291,378.97
5	887.03	Rp.546,720.94
6	0.00	Rp.0.00
7	1039.87	Rp.591,894.00
8	0.00	Rp.0.00
9	1413.31	Rp.895,412.83
10	871.29	Rp.533,046.51
11	775.08	Rp.848,729.61
Total Ongkos Simpan		Rp.31,454,055.14
Total Ongkos Transportasi		Rp.4,255,154.50
Total Ongkos Distribusi		Rp.35,709,209.64

Tabel 9. Jumlah Alokasi Distribusi dari masing-masing Penghasil Sampah (Rumah Tangga)

Dari	Ke Leuwi Gajah (M3)	Melalui TPS	Jelekong (M3)	Melalui TPS
Kacapiring	494.55	4		
Kebon Waru	869.01	1		
Maleer	855.3	9		
Gumuruh	871.29	10		
Cibangkong	1039.87	7		
Kbn Gedang	558.01	9		
Binong	388.275	11	386.805	11
Samoja	887.03	5		
Total	5963.335	Total	386.805	

Peramalan yang dilakukan dengan menggunakan metode *Exponential Smoothing* dengan nilai  $\alpha = 0.17$ ,  $MSE = 19.969.390,63$ , maka demand sampah yang akan diterima oleh TPA leuwi gajah dari kecamatan Batununggal dengan nilai proporsi 0.319588, adalah sebesar  $5.963,336 m^3$ , hal ini menunjukkan bahwa untuk periode berikutnya TPA ini akan mengalami peningkatan demand 11.45%. Sedangkan TPA Jelekong akan mengalami penurunan demand sebesar 12.74%

Ongkos transportasi terbagi dua yaitu ongkos transportasi dari rumah tangga (kelurahan) sampai dengan TPS yaitu *Inbound* dan ongkos transportasi dari TPS ke TPA yang disebut *Outbound*. *Inbound* didapatkan dari rata-rata biaya pengelolaan sampah dari masing-masing penghasil sampah, dibagi dengan kapasitas alat angkut kemudian

dikalikan dengan perbandingan jarak aktual dari TPS yang digunakan sehingga hasilnya adalah Rp/km/m<sup>3</sup>. Dari kedua jenis ongkos transportasi ini kemudian dicari total ongkos transportasi yang paling minimum dari penghasil sampah ke TPA. Dari ongkos transportasi minimum tersebut dapat diketahui TPS mana saja yang harus dilalui.

Tabel 10. Ongkos transportasi minimum dari Kelurahan ke TPA

	<b>Leuwi Gajah (Rp,-/m3)</b>	<b>TPS Terpakai</b>	<b>Jelekong (Rp,-/m3)</b>	<b>TPS Terpakai</b>
Kacapiring	589.18	4	707.42	4
Kebon Waru	630.57	1	757.14	2
Maleer	586.81	9	632.60	9
Gumuruh	611.79	10	679.23	10
Cibangkong	569.20	7	687.44	7
Kbn Gedang	705.21	9	751.01	9
Binong	694.69	11	653.89	11
Samoja	616.35	5	757.91	5

Dari tabel di atas dapat dilihat TPS mana saja yang harus digunakan atau masing-masing kelurahan harus menyimpan sampah di TPS yang mana. Setelah dilakukan pengalokasian dengan metode transportasi yang ada, dari 11 TPS yang tersedia di Kecamatan Batununggal hanya 7 TPS yang terpakai yaitu TPS 1, 4, 5, 7, 9, 10, dan 11. Ketujuh TPS terpakai sudah mewakili cakupan kelurahan-kelurahan yang ada di wilayah Kecamatan Batununggal. Ada dua TPS yang digunakan oleh dua kelurahan, yaitu TPS 9

yang digunakan oleh Kelurahan Maleer dan Kebon Gedang, dimana TPS tersebut berada diantara perbatasan kedua kelurahan. Ongkos simpan pada masing-masing TPS didapatkan dari biaya pengelolaan landasan dan container sebesar Rp 4.668,89 m<sup>3</sup> sehingga besarnya ongkos simpan ini tergantung dari jumlah sampah yang disimpan di masing-masing TPS, dimana fungsi ongkos simpan masing-masing TPS adalah  $C = 4.668,89 X$ .

## KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hasil peramalan demand sampah untuk TPA Leuwi Gajah dari Kecamatan Batununggal dengan nilai proporsi 0.319588, adalah sebesar 5.963,336 m<sup>3</sup> dengan metoda *double eksponential smoothing* dengan nilai  $\alpha = 0.17$ , dan MSE = 19.969.390,63.
2. Total Ongkos Distribusi sampah adalah sebesar Rp.35,709,209.64, dimana dari 11 TPS yang tersedia di Kecamatan Batununggal hanya 7 TPS yang terpakai yaitu TPS 1, 4, 5, 7, 9, 10, dan 11. Ketujuh TPS terpakai sudah mewakili cakupan kelurahan-kelurahan yang ada di wilayah Kecamatan Batununggal. Ada dua TPS yang digunakan oleh dua kelurahan, yaitu TPS 9 yang digunakan oleh Kelurahan Maleer dan Kebon Gedang, dimana TPS tersebut berada diantara perbatasan kedua kelurahan. Ongkos simpan pada masing-masing TPS didapatkan dari biaya pengelolaan landasan dan container sebesar Rp 4.668,89 m<sup>3</sup> sehingga besarnya ongkos simpan ini tergantung dari jumlah sampah yang disimpan di masing-masing TPS, dimana fungsi ongkos simpan masing-masing TPS adalah  $C = 4.668,89 X$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- Ballou, Ronald H., 1999, *Business Logistic Management, Planning, Organizing, and Controlling the Supply Chain, fourth edition*, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

Blancard, Benjamin S., 1992, *Logistic Engineering and Management*, 4<sup>th</sup> ed., Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

Bowersox, Donald J., 2002, *Manajemen Logistik : Integrasi Sistem-Sistem Manajemen Distribusi Fisik dan Manajemen Material*, jilid I,II, Cetakan keempat, Bumi Aksara, Jakarta.

Hanke, John E., Arthur G. Reitsch., 1989, *Business Forecasting, third edition*, Allyn and Bacon, A Division of Simon & Schuster, Needham Heights, Massachusetts.

Hassan, Ikbal, 2004, *Analisis Data Penelitian Dengan Statistik*, Bumi Aksara, Jakarta.

# PERENCANAAN PRODUKSI DAN PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU PADA PENGRAJIN TAHU DAN TEMPE "IM" CIBOGO BANDUNG

**Agus Purnomo**

Universitas Pasundan Bandung

Jl. Setiabudhi No. 193 Bandung-40153 Telp. (022)2019433 Fax. (022)2019329

agsprnm@gmail.com

Jurusan Teknik Industri, Universitas Pasundan Bandung

## ABSTRAK

*Coordination between production planning and inventory control is very important to minimize total logistics costs and to improve service levels to end customers. This research aims to make production planning and the results are used for inventory control in the Company Craftsmen Tofu and Tempeh "IM" Cibogo. The results of the total cost of aggregate production with Integer Programming model is Rp. 40,304,950,-. While planning for raw material supplies soya bean with a total of 3660.938 Kg optimal ordering, with the frequency order of 2 times and total inventory cost is Rp. 15,811,168.740, -. For raw material salt with a total of 887.581 Kg optimal ordering, with the frequency of orders 1 time and total cost of inventory in the amount of Rp. 160,375.810, - and for raw materials turmeric with a total of 1451.551 Kg optimal ordering, with the frequency order of 2 times and total inventory cost is Rp. 1,534,031.018,-.*

**Keywords:** *Aggregate Production Planning, Inventory Planning, Total Production Cost, Total Cost Inventory, Coordination.*

## PENDAHULUAN

Perencanaan produksi merupakan penentuan tingkat atau kecepatan produksi pabrik yang dinyatakan secara agregat. Agregat adalah perencanaan yang dibuat untuk seluruh produk yang menggunakan sumber yang sama, tanpa dirinci kedalam masing-masing produk yang berbeda (*end item*). Perencanaan produksi merupakan bagian dari rencana strategi perusahaan dan dibuat secara harmonis dengan rencana bisnis (*Business Planning*) dan rencana pemasaran (*Marketing Planning*). Perencanaan produksi bisa diartikan juga sebagai proses untuk menentukan jumlah produksi, persediaan, dan *workforce level* untuk memenuhi permintaan yang berfluktuasi (Smith, 1989).

Sedangkan Persediaan adalah material yang disediakan pada saat *idle* atau keadaan menunggu penjualan di masa yang akan datang, penggunaan atau transformasi (Tersine, 1994). Persediaan merupakan salah satu asset yang paling mahal di banyak perusahaan, mencerminkan sebanyak 40 persen dari modal yang diinvestasikan. Perusahaan dapat mengurangi biaya persediaan dengan cara menurunkan tingkat persediaan yang dimiliki (*on hand inventory*), namun pelanggan merasa tidak puas bila suatu produk stoknya habis. Oleh karena itu,

perusahaan harus mencapai keseimbangan (*optimasi*) antara investasi persediaan dengan tingkat pelayanan konsumen (Ronder *et al.* 2001). Persediaan merupakan salah satu keputusan yang paling riskan dalam manajemen logistik. Tanpa penanganan yang tepat dalam persediaan maka akan menimbulkan permasalahan pemusaran yang serius dalam meningkatkan penghasilan dan memelihara hubungan dengan pelanggan (Waters-Follier, 1995). Perencanaan persediaan juga sangat menentukan bagi operasi manufaktur. Kekurangan bahan mentah dapat menghentikan produksi atau merubah jadwal produksi, yang pada gilirannya akan meningkatkan ongkos dan kemungkinan akan menyebabkan kekurangan produk jadi. Menurut Giménez *et al.* (2005), kelebihan persediaanpun akan menimbulkan masalah seperti akan meningkatkan biaya dan menurunkan laba (*profitability*) karena meningkatnya biaya pergudangan, keterkaitan modal, kerusakan (*deterioration*), premi asuransi yang berlebihan, meningkatkan pajak, dan bahkan kekunoan (*obsolescence*).

Sox *et al.* (1997) melakukan penelitian tentang koordinasi antara produksi dan persediaan untuk meningkatkan pelayanan dengan mempertimbangkan strategi persediaan hanya dilakukan pada item yang permintaannya tinggi. Koordinasi antara perencanaan produksi dan pengendalian persediaan bahan baku akan meminimasi total biaya logistik perusahaan dan dapat meningkatkan *service level* kepada pelanggan akhir (Ciarallo *e al.*, 1994; DeCroix *et al.*, 1998; Federgruen *et al.*, 1986; Glasserman *et al.*, 1994).

Penelitian ini bertujuan untuk membuat perencanaan produksi agregat yang optimal dengan ongkos produksi yang paling murah, dan membuat perencanaan produksi disagregasi yang dapat menentukan berapa jumlah yang harus diproduksi untuk setiap *end item* atau produk, serta membuat perencanaan pengadaan bahan baku untuk menentukan berapa banyak jumlah pesanan bahan baku yang diperlukan untuk menjaga agar bahan baku yang tersedia sesuai dengan kebutuhan perencanaan produksi disagregasi.

## **PENDEKATAN PENELITIAN**

Permasalahan yang dihadapi oleh Perusahaan Pengrajin Tahu dan Tempe "IM" adalah mahalnya biaya produksi dan biaya persediaan bahan baku untuk membuat tahu dan tempe. Sehingga identifikasi masalah penelitian adalah :

1. Bagaimana membuat perencanaan produksi yang optimal sehingga perusahaan dapat melakukan kegiatan produksi dengan tepat dan dapat memenuhi jumlah permintaan dari konsumen atau pasar.
2. Bagaimana membuat perencanaan pengendalian persediaan yang baik sehingga dapat menentukan jumlah pesanan bahan baku yang diperlukan.

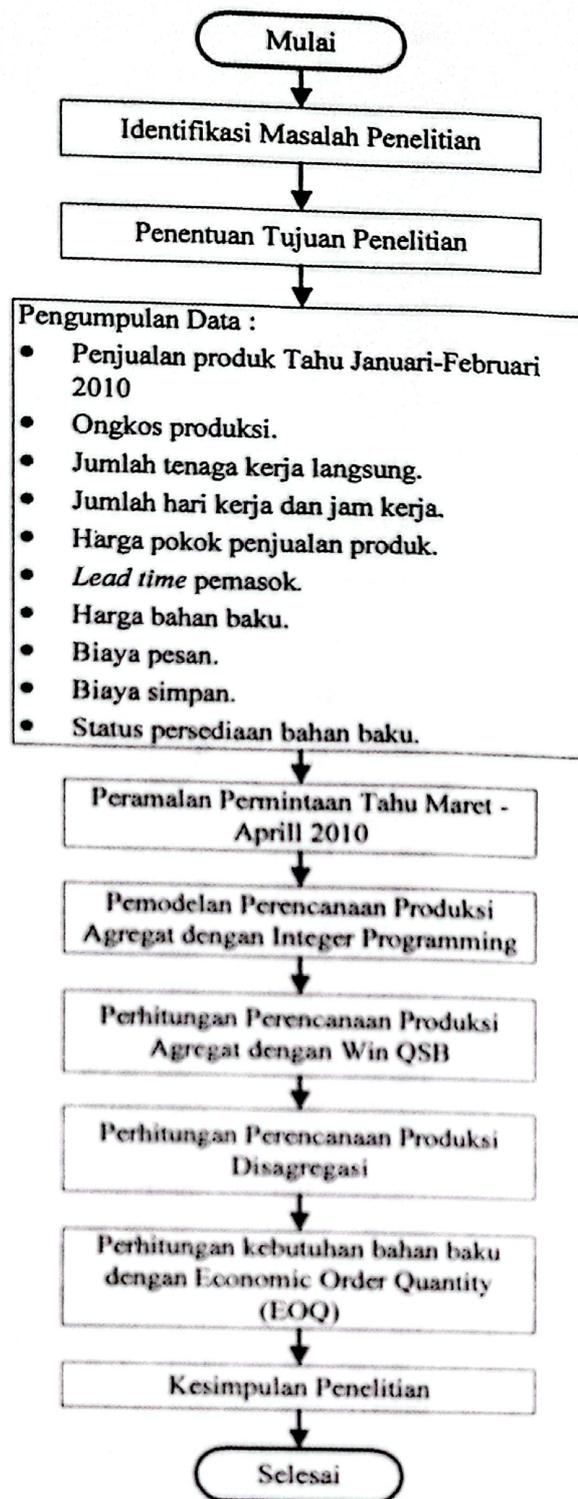
Sedangkan tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan permintaan (*demand*) setiap *item* yang akan diproduksi dengan menggunakan metode peramalan yang tepat.
2. Membuat perencanaan produksi agregat yang optimal dengan ongkos produksi minimal.
3. Membuat perencanaan produksi disagregasi yang dapat menentukan berapa jumlah yang harus diproduksi untuk setiap *end item* atau produk.
4. Membuat perencanaan pengadaan bahan baku untuk menentukan kapan dan berapa banyak jumlah pesanan bahan baku yang diperlukan untuk menjaga agar bahan baku yang tersedia sesuai dengan kebutuhan perusahaan pada tingkat harga yang minimal.

Sedangkan data yang dikumpulkan untuk penelitian adalah sebagai berikut :

1. Penjualan produk Tahu Januari – Februari 2010
2. Ongkos produksi.
3. Jumlah tenaga kerja langsung.
4. Jumlah hari kerja dan jam kerja.
5. Harga pokok penjualan produk.
6. *Lead time* pemasok.
7. Harga bahan baku.
8. Biaya pesan.
9. Biaya simpan.
10. Status persediaan bahan baku.

Langkah-langkah dalam pemecahan masalah penelitian ini disajikan pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Flow chart Pemecahan Masalah

Pengolahan data yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan Peramalan Permintaan, dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- 1) Setelah melakukan proses *Agregasi Demand*, kemudian dilakukan proses peramalan permintaan untuk periode yang akan datang. Di mana data yang digunakan adalah data *demand* agregat periode sebelumnya yang diperoleh dari proses agregasi.
  - 2) Kemudian data permintaan (*demand*) agregat periode sebelumnya yang dihasilkan tersebut diplot dalam suatu grafik peramalan. Dan dari plot data yang dihasilkan ini akan diperoleh suatu bentuk pola data yang nantinya akan digunakan untuk menentukan metode peramalan yang akan digunakan.
  - 3) Metode peramalan yang akan digunakan adalah :
    - a. Metode *Double Eksponential Smoothing* dengan Satu Parameter dari *Brown*. Untuk proses perhitungan peramalan dengan menggunakan metode *Double Eksponential Smoothing* dengan Satu Parameter dari *Brown*.
    - b. Metode *Double Eksponential Smoothing* dengan Dua Parameter dari *Holt*. Untuk proses perhitungan peramalan dengan menggunakan metode *Double Eksponential Smoothing* dengan Dua Parameter dari *Holt*.
  - 4) Dari beberapa metode peramalan diatas tersebut, dipilih metode peramalan yang memiliki nilai *Mean of Square Error* (MSE) yang paling kecil dan mempunyai kemampuan untuk memenuhi permintaan (*demand*) dari konsumen atau pasar.
2. Perhitungan Agregasi. Sesuai dengan prosedur perencanaan produksi agregat, maka terlebih dahulu dilakukan proses agregasi permintaan setiap *end item* pada setiap periodenya. Dari data permintaan produk untuk periode yang akan datang, untuk mempermudah perhitungan dalam perencanaan produksi maka dari satuan produk *end item* (cetakan) dikonversikan pada satuan agregat. Untuk mendapatkan satuan produk pengganti (agregat). Satuan produk pengganti yang diperlukan akan diperoleh dengan terlebih dulu menghitung besarnya konversi untuk masing-masing jenis produk tersebut dan untuk satuan produk pengganti yang dipilih, di mana faktor konversi didapat dengan membagi besarnya satuan standar produk yang akan menjadi produk pengganti dengan besarnya satuan standar produk yang akan ditentukan.

Perhitungan faktor konversi dilakukan dengan menggunakan data harga pokok penjualan produk dari tiap-tiap produk yang dipilih. Harga pokok penjualan produk yang dipilih adalah harga pokok penjualan produk Tahu untuk ukuran kecil dan ukuran besar. Sedangkan sebagai standar produk pengganti adalah harga pokok penjualan produk Tahu ukuran kecil. Hal ini

disebabkan produk Tahu ukuran kecil memiliki jumlah permintaan yang paling banyak atau lebih dominan karakteristiknya.

3. Memformulasikan Perencanaan Produksi Aggregate dengan Model *Program Integer*. Adapun bentuk modelnya adalah model dengan jumlah tenaga kerja tetap yang artinya selama horizon perencanaan tidak terjadi penambahan atau pengurangan tenaga kerja. Sehingga jumlah produksi hanya dapat diubah-ubah dengan melakukan kerja lembur (*overtime*).

Adapun model *Program Integer* dengan jumlah tenaga kerja tetap yaitu sebagai berikut :

- Menentukan variabel keputusan :

$X_{it}$  = Jumlah produk  $i$  pada periode  $t$

$I_{it}$  = Jumlah persediaan produk  $i$  pada akhir periode  $t$

$W_t$  = Jam kerja reguler yang terpakai pada periode  $t$

$O_t$  = Jam kerja lembur (*overtime*) yang terpakai pada periode  $t$

$TC$  = Ongkos total (Rp)

- Menentukan fungsi tujuan :

Fungsi tujuan yang ditetapkan adalah meminimasi total ongkos produksi, di mana untuk model perhitungan tersebut dapat dilihat pada persamaan berikut :

$$\text{Min } TC = \sum_{t=1}^T (v_t X_t + c_t I_t + r_t W_t + o_t O_t) \quad \dots\dots\dots (1)$$

- Menentukan fungsi pembatas :

$$1) \quad \begin{matrix} X_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} = d_{it} & t = 1,2,\dots,T \\ & i = 1,2,\dots,N \end{matrix} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$2) \quad \begin{matrix} \sum_{i=1}^N k_i X_{it} - W_t - O_t = 0 & t = 1,2,\dots,T \\ & i = 1,2,\dots,N \end{matrix} \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$3) \quad W_t \leq (rm)_t \quad t = 1,2,\dots,T \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$4) \quad O_t \leq (om)_t \quad t = 1,2,\dots,T \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$5) \quad X_{it}, I_{it} \geq 0 \text{ dan int eger} \quad \begin{matrix} t = 1, 2, \dots, T \\ i = 1, 2, \dots, N \end{matrix} \dots\dots\dots (6)$$

$$6) \quad W_t, O_t \geq 0 \quad t = 1, 2, \dots, T \quad \dots\dots\dots (7)$$

4. Perhitungan Perencanaan Produksi Disagregasi. Perencanaan produksi disagregasi adalah proses mengubah hasil rencana agregat menjadi jumlah yang harus diproduksi untuk setiap tipe produk (*end item*). *Output* dari perencanaan produksi disagregasi ini merupakan *input* bagi Jadwal Induk Produksi (MPS). Perencanaan produksi disagregasi ini dilakukan dengan menggunakan metode *Family Set-Up*.
5. Penentuan Jadwal Induk Produksi (MPS). Setelah dilakukan perencanaan produksi disagregasi, maka selanjutnya dari hasil perhitungan perencanaan produksi disagregasi ini merupakan *input* bagi Jadwal Induk Produksi (MPS). Di mana Jadwal Induk Produksi (MPS) ini merupakan acuan di mana berapa banyak unit per *item* yang harus diproduksi dalam setiap periodenya.
6. Perhitungan Perencanaan Pengadaan Bahan Baku dengan Metode *Economic Order Quantity* (EOQ). Untuk mengetahui jumlah kebutuhan bahan baku yang diperlukan untuk merealisasikan Jadwal Induk Produksi (MPS), maka dibutuhkan perhitungan perencanaan pengadaan bahan baku. Dari hasil perhitungan perencanaan pengadaan bahan baku ini dapat kita ketahui berapa banyak bahan baku yang dibutuhkan untuk membuat (merealisasikan) produk sesuai Jadwal Induk Produksi (MPS) dari setiap periodenya. Adapun langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut :

1) Menentukan jumlah pemesanan optimal

$$EOQ = Q = \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot Cs}{Cc}} \quad \dots\dots\dots (8)$$

2) Perhitungan total ongkos persediaan

Adapun langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan total ongkos pembelian bahan baku :

$$= (P) \text{ Harga bahan baku / Kg} \times (R) \text{ Total kebutuhan bahan baku} \quad \dots\dots\dots (9)$$

2. Perhitungan total ongkos pesan :

$$\text{Ongkos Pesan} = \frac{R}{Q} \cdot Cs \quad \dots\dots\dots (10)$$

3. Perhitungan total ongkos simpan :

$$\text{Ongkos Simpan} = \frac{Q}{2} \cdot C_c \quad \dots\dots\dots (11)$$

4. Perhitungan total ongkos persediaan (TC) :

$$TC = PR + C_s \cdot \frac{R}{Q} + C_c \cdot \frac{Q}{2} \quad \dots\dots\dots (12)$$

## HASIL PENELITIAN

### 1. Unit Agregat

Berikut adalah hasil agregasi data penjualan produk Tahu pada periode minggu pertama sampai dengan minggu keempat selama bulan Januari – Februari 2010. Contoh perhitungan agregasi penjualan produk Tahu untuk ukuran kecil pada periode minggu pertama pada bulan Januari 2010 :

Unit Agregat =  $\Sigma$  data penjualan produk masa lalu x faktor konversi = 310 x 1,00 = 310 unit agregat

Hasil agregate penjualan tahu disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Data Penjualan Unit Agregat Produk Tahu Januari – Februari 2010

Periode (Minggu)	Bulan	Tahun	Data Penjualan Produk Tahu		Jumlah (Agregat)
			Kecil (Agregat)	Besar (Agregat)	
1	Januari	2010	310	262,132	572
2			200	350,740	551
3			445	88,608	534
4			153	175,370	328
5	Februari	2010	291	249,210	540
6			234	387,660	622
7			467	166,140	633
8			175	119,990	295
Total			2275	1799,850	4075

### 2. Hasil Peramalan Demand

Perbandingan nilai MSE hasil peramalan dari kedua metode peramalan yang digunakan disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Nilai Mean of Square Error (MSE) Tiap Metode Peramalan

Metode Peramalan	$\alpha$	$\gamma$	Mean of Square Error (MSE)	Metode Peramalan yang Terpilih
Brown	0,10		23896.24	Brown
Holt	0,36	0,45	39084.19	

Dari tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa metode peramalan yang terpilih untuk meramalkan permintaan pada bulan Maret-April 2010 adalah metode *Double Exponential Smoothing* dengan Satu Parameter dari *Brown*, karena memiliki nilai *Mean of Square Error (MSE)* yang paling kecil. Tabel 3 menyajikan hasil peramalan untuk bulan April 2010 dengan menggunakan metode *Double Exponential Smoothing* dengan Satu Parameter dari *Brown*.

Tabel 3. Hasil Peramalan Permintaan Produk Tahu untuk bulan Maret-April 2010

Periode (Minggu)	Bulan	Tahun	Ramalan Permintaan
1	Maret	2010	501
2			498
3			495
4			492
5			489
6	April	2010	485
7			482
8			479
Total			3921

### 3. Formulasi Perencanaan Aggregate dengan Model *Programa Integer* dan Solusinya

Fungsi tujuan yang ditetapkan adalah meminimasi total ongkos produksi, di mana untuk model perhitungan tersebut dapat dilihat pada persamaan berikut :

$$\text{Min } TC = \sum_{t=1}^T (v_t X_t + c_t I_t + r_t W_t + o_t O_t)$$

$X_{it}$  = Jumlah produk  $i$  pada periode  $t$

$I_{it}$  = Jumlah persediaan produk  $i$  pada akhir periode  $t$

$W_t$  = Jam kerja reguler yang terpakai pada periode  $t$

$O_t$  = Jam kerja lembur (*overtime*) yang terpakai pada periode  $t$

$TC$  = Ongkos total (Rp)

$v_{it}$  = Ongkos produksi per unit untuk produk  $i$  pada periode  $t$  (Rp./ unit agregat) = Rp. 5.750 ,-/ unit agregat

$c_{it}$  = Ongkos persediaan per unit produk  $i$  pada periode  $t$  (Rp./ unit agregat/ minggu) = Rp. 206,295 ,-/ unit agregat/ minggu

$r_t$  = Ongkos per jam-orang untuk kerja reguler pada periode  $t$  (Rp./ jam orang/ unit agregat) = Rp. 4.121,25 ,-/ jam orang/ unit agregat

$o_t$  = Ongkos per jam-orang untuk kerja lembur (*overtime*) pada periode  $t$  (Rp./ jam orang/ unit agregat) = Rp. 5.495 ,-/ jam orang/ unit agregat

Fungsi Tujuan :

$$\begin{aligned} \text{Min TC} &= \sum_{t=1}^T (v_t X_t + c_t I_t + r_t W_t + o_t O_t) \\ &= 5750 (X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8) + 206,295 (I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 + I_7 + I_8) + \\ &4121,25 (W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_6 + W_7 + W_8) + 5495 (O_1 + O_2 + O_3 + O_4 + O_5 + O_6 + \\ &O_7 + O_8) \end{aligned}$$

Fungsi Pembatas :

1) Pembatas Pertama

Jumlah produk yang akan diproduksi setiap periode ditambah dengan persediaan awal dikurangi dengan persediaan akhir, maka harus sama dengan jumlah permintaan pada periode tersebut.

$$\begin{aligned} X_{it} + I_{i,t-1} - I_{it} &= d_{it} & t &= 1,2,\dots,T \\ & & i &= 1,2,\dots,N \end{aligned}$$

Untuk periode 1

$$X_1 + 0 - I_1 = 501 \text{ atau } X_1 - I_1 = 501$$

Selengkapnya :

$$X_1 - I_1 = 501$$

$$X_2 - I_2 + I_1 = 498$$

$$X_3 - I_3 + I_2 = 495$$

$$X_4 - I_4 + I_3 = 492$$

$$X_5 - I_5 + I_4 = 489$$

$$X_6 - I_6 + I_5 = 485$$

$$X_7 - I_7 + I_6 = 482$$

$$X_8 - I_8 + I_7 = 479$$

2) Pembatas Kedua

Waktu yang dibutuhkan untuk membuat produk yang telah direncanakan harus sama atau lebih kecil dari jumlah jam kerja reguler dan jam kerja lembur (*overtime*) pada periode tersebut.

$$\sum_{i=1}^N k_i X_i - W_i - O_i = 0 \quad i = 1, 2, \dots, T$$

$$i = 1, 2, \dots, N$$

Selengkapnya :

$$1,099 X_1 - W_1 - O_1 = 0$$

$$1,099 X_2 - W_2 - O_2 = 0$$

$$1,099 X_3 - W_3 - O_3 = 0$$

$$1,099 X_4 - W_4 - O_4 = 0$$

$$1,099 X_5 - W_5 - O_5 = 0$$

$$1,099 X_6 - W_6 - O_6 = 0$$

$$1,099 X_7 - W_7 - O_7 = 0$$

$$1,099 X_8 - W_8 - O_8 = 0$$

### 3) Pembatas Ketiga

Jam kerja reguler yang dibutuhkan harus sama dengan atau lebih kecil dari total jam kerja reguler yang tersedia.

$$W_i \leq (rm)_i \quad i = 1, 2, \dots, T$$

Selengkapnya :

$$W_1 \leq 560$$

$$W_2 \leq 560$$

$$W_3 \leq 560$$

$$W_4 \leq 560$$

$$W_5 \leq 560$$

$$W_6 \leq 560$$

$$W_7 \leq 560$$

$$W_8 \leq 560$$

### 4) Pembatas Keempat

Jam kerja lembur (*overtime*) yang dibutuhkan harus sama dengan atau lebih kecil dari total jam kerja lembur (*overtime*) yang tersedia.

$$O_i \leq (om)_i \quad i = 1, 2, \dots, T$$

Selengkapnya :

$$O_i \leq 280$$

$$O_2 \leq 280$$

$$O_3 \leq 280$$

$$O_4 \leq 280$$

$$O_5 \leq 280$$

$$O_6 \leq 280$$

$$O_7 \leq 280$$

$$O_8 \leq 280$$

5) Pembatas Kelima

Jumlah produk  $i$  pada periode  $t$  dan jumlah persediaan produk  $i$  pada akhir periode  $t$  harus sama dengan atau lebih besar dari nol dan *integer*.

$$X_{it}, I_{it} \geq 0 \text{ dan integer} \quad \begin{matrix} t = 1, 2, \dots, T \\ i = 1, 2, \dots, N \end{matrix}$$

Selengkapnya :

$$X_1, I_1 \geq 0 \text{ dan integer}$$

$$X_2, I_2 \geq 0 \text{ dan integer}$$

$$X_3, I_3 \geq 0 \text{ dan integer}$$

$$X_4, I_4 \geq 0 \text{ dan integer}$$

$$X_5, I_5 \geq 0 \text{ dan integer}$$

$$X_6, I_6 \geq 0 \text{ dan integer}$$

$$X_7, I_7 \geq 0 \text{ dan integer}$$

$$X_8, I_8 \geq 0 \text{ dan integer}$$

6) Pembatas Keenam

Jam kerja reguler yang terpakai pada periode  $t$  dan jam kerja lembur (*overtime*) yang terpakai pada periode  $t$  harus sama dengan atau lebih besar dari nol.

$$W_t, O_t \geq 0 \quad t = 1, 2, \dots, T$$

Selengkapnya :

$$W_1, O_1 \geq 0$$

$$W_2, O_2 \geq 0$$

$$W_3, O_3 \geq 0$$

$$W_4, O_4 \geq 0$$

$$W_5, O_5 \geq 0$$

$$W_6, O_6 \geq 0$$

$$W_7, O_7 \geq 0$$

$$W_8, O_8 \geq 0$$

$d_{it}$  = Permintaan produk  $i$  selama periode  $t$

$k_i$  = Jam kerja yang dibutuhkan untuk membuat satu unit produk  $i$

$(rm)_t$  = Jam kerja reguler total yang tersedia selama periode  $t$

$(om)_t$  = Jam kerja lembur (*overtime*) total yang tersedia selama periode  $t$

$T$  = Periode perencanaan

$N$  = Jumlah jenis produk

Dari hasil perhitungan perencanaan produksi agregat dengan menggunakan metode *Program Integer* solusinya disajikan pada tabel 4 dan tabel 5.

Tabel 4. Solusi Perencanaan Produksi Agregat

Periode (Minggu)	Bulan	Tahun	Jumlah Produksi (Agregat)	Jam Kerja Reguler	Jam Kerja Overtime	Persediaan (Agregat)
1	Maret	2010	501	550,559	0	0
2			498	547,302	0	0
3			495	544,005	0	0
4			492	540,708	0	0
5	April	2010	489	537,411	0	0
6			485	533,015	0	0
7			482	529,718	0	0
8			479	526,421	0	0

Tabel 5. Solusi Total Ongkos Perencanaan Produksi Agregat

Periode (Minggu)	Bulan	Tahun	Ongkos Produksi (Agregat)	Ongkos Jam Kerja Reguler	Ongkos Jam Kerja Overtime	Ongkos Persediaan (Agregat)
1	Maret	2010	2.880.750	2.269.156	0	0
2			2.863.500	2.255.569	0	0
3			2.846.250	2.241.981	0	0
4			2.829.000	2.228.393	0	0
5	April	2010	2.811.750	2.214.805	0	0
6			2.788.750	2.196.688	0	0
7			2.771.500	2.183.101	0	0
8			2.754.250	2.169.513	0	0

Total Ongkos Produksi : Rp. 40.304.950 ,-

#### 4. Perencanaan Disagregasi dan Jadwal Induk Produksi (MPS)

Perencanaan produksi disagregasi merupakan perencanaan yang dibuat untuk seluruh produk yang menggunakan unsur yang sama dan dirinci kedalam masing-masing produk yang berbeda. Adapun proses ini dilakukan dengan metode *Family Set-Up*.

$$\text{Faktor Proporsi} = \left( \frac{\text{Produksi Agregat Item - i Periode t}}{\text{Total Produksi Agregat Periode t}} \right) \times 100\%$$

Contoh perhitungan faktor proporsi untuk periode minggu pertama pada bulan Januari 2010

- Produk Tahu ukuran kecil =  $\frac{310}{572} \times 100\% = 54\%$
- Produk Tahu ukuran Besar =  $\frac{262,132}{572} \times 100\% = 46\%$

Untuk mengetahui jumlah yang harus diproduksi setiap *end item* atau produk maka dapat dilihat pada hasil (*output*) perhitungan perencanaan produksi disagregasi yang dapat dilihat pada kolom Qij (Adj) setiap periodenya. Berikut ini adalah data jumlah yang harus diproduksi dari produk Tahu ukuran kecil dan produk Tahu ukuran besar :

Tabel 6. Jadwal Induk Produksi (MPS)

Periode (Minggu)	Bulan	Tahun	Produk Tahu		Total (cetakan)
			Kecil (cetakan)	Besar (cetakan)	
1	Maret	2010	271	124	396
2			181	172	353
3			413	45	457
4			229	142	372
5	April	2010	263	122	386
6			183	164	346
7			356	69	424
8			284	106	390
Total			2180	944	3124

#### 5. Perencanaan Pengadaan Bahan Baku

Untuk menentukan jumlah kebutuhan bahan baku yang diperlukan untuk pembuatan produk Tahu ukuran kecil dan ukuran besar didapat pada perhitungan sebagai berikut :

= Total produk Tahu yang akan diproduksi tiap periode x Banyaknya kebutuhan bahan baku produk Tahu per Cetakan

Contoh perhitungan perencanaan pengadaan bahan baku yang diperlukan untuk pembuatan produk Tahu ukuran kecil dan ukuran besar, dalam hal ini berdasarkan periode (minggu) yaitu sebagai berikut :

Periode (minggu) 1 bulan Maret 2010

- *Safety stock* : 10% dari total produk Tahu yang akan diproduksi tiap periode  
=  $10\% \times 396 \text{ Cetakan} = 39,6 \approx 40 \text{ Cetakan}$
- Total produk Tahu yang akan diproduksi pada periode (minggu) 1 bulan Maret 2010 adalah :  
= Total produk Tahu yang akan diproduksi pada periode (minggu) 1 bulan Maret 2010 + *Safety Stock*  
=  $396 \text{ Cetakan} + 40 \text{ Cetakan} = 436 \text{ Cetakan}$

Jumlah kebutuhan untuk masing-masing bahan baku yaitu :

1. Bahan Baku Kacang Kedelai

Jumlah kebutuhan bahan baku kacang kedelai adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{Total produk Tahu yang akan diproduksi pada periode (minggu) 1 bulan Maret 2010} \times \\ &\quad \text{Banyaknya kebutuhan bahan baku kacang kedelai per Cetakan produk Tahu} \\ &= 436 \text{ Cetakan} \times 2 \text{ Kg Kacang Kedelai per Cetakan} = 872 \text{ Kg Kacang Kedelai} \end{aligned}$$

2. Bahan Baku Garam

Jumlah kebutuhan bahan baku garam adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{Total produk Tahu yang akan diproduksi pada periode (minggu) 1 bulan Maret 2010} \times \\ &\quad \text{Banyaknya kebutuhan bahan baku garam per Cetakan produk Tahu} \\ &= 436 \text{ Cetakan} \times 0,1 \text{ Kg Garam per Cetakan} = 43,6 \text{ Kg Garam} \end{aligned}$$

3. Bahan Baku Kunyit

Jumlah kebutuhan bahan baku kunyit adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{Total produk Tahu yang akan diproduksi pada periode (minggu) 1 bulan Maret 2010} \times \\ &\quad \text{Banyaknya kebutuhan bahan baku kunyit per Cetakan produk Tahu} \\ &= 436 \text{ Cetakan} \times 0,5 \text{ Kg Garam per Cetakan} = 218 \text{ Kg Kunyit} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan perencanaan pengadaan bahan baku untuk pembuatan produk Tahu ukuran kecil dan ukuran besar pada tiap periodenya disajikan pada tabel 7.

Tabel 7. Perencanaan Pengadaan Bahan Baku Pembuatan Produk Tahu Ukuran Kecil dan Produk Tahu Ukuran Besar

No	Bahan Baku	Periode (Minggu)								Total (kg)
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Kacang Kedelai	778	1006	820	850	762	934	858	0	6008
2	Garam	39	51	41	43	39	47	43	0	303
3	Kunyit	195	252	205	213	191	234	215	0	1505

**6. Perhitungan Total Ongkos Persediaan dengan Metode *Economic Order Quantity* (EOQ)**

Data ongkos pesan ( $C_s$ ) dalam satu kali pemesanan dan ongkos simpan ( $C_c$ ) per Kg selama 8 periode (minggu) atau 2 bulan untuk masing-masing jenis bahan baku yaitu sebagai berikut :

Tabel 8. Ongkos Pesan ( $C_s$ ) dan Ongkos Simpan ( $C_c$ )

No	Bahan Baku	Ongkos Pesan ( $C_s$ )	Ongkos Simpan ( $C_c$ )
1	Kacang Kedelai	Rp. 58.000 ,-	Rp. 52 ,-
2	Garam	Rp. 13.000 ,-	Rp. 10 ,-
3	Kunyit	Rp. 14.000 ,-	Rp. 20 ,-

Selanjutnya adalah melakukan perhitungan total ongkos persediaan dengan menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ). Adapun langkah-langkah perhitungan dan contoh perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. Menentukan Jumlah Pemesanan Optimal

Perhitungan ukuran jumlah pemesanan optimal atau *Economic Order Quantity* (EOQ) :

$$EOQ = Q = \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot C_s}{C_c}}$$

a. Bahan Baku Kacang Kedelai

$$\begin{aligned}
 EOQ = Q &= \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot C_s}{C_c}} \\
 &= \sqrt{\frac{2 \cdot (6008) \cdot (58000)}{52}} \\
 &= 3660,938 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Dari hasil jumlah pemesanan optimal ini, maka pemesanan jenis bahan baku kacang kedelai untuk setiap satu kali pesan yaitu sebesar 3660,938 Kg.

Sehingga dari hasil perhitungan jumlah pemesanan optimal tersebut dapat diketahui jumlah frekuensi pemesanan selama 8 periode (minggu) atau selama 2 bulan yaitu sebagai berikut :

$$F = \sqrt{\frac{C_c \cdot R}{2 \cdot C_s}} = \frac{R}{Q}$$

$$= \frac{6008}{3660,938} = 1,641 \approx 2 \text{ kali}$$

Jadi frekuensi pemesanan selama 8 periode (minggu) atau selama 2 bulan untuk bahan baku kacang kedelai yaitu sebanyak 2 kali.

b. Bahan Baku Garam

$$EOQ = Q = \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot C_s}{C_c}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \cdot (303) \cdot (13000)}{10}}$$

$$= 887,581 \text{ Kg}$$

Dari hasil jumlah pemesanan optimal ini, maka pemesanan jenis bahan baku garam untuk setiap satu kali pesan yaitu sebesar 887,581 Kg.

Sehingga dari hasil perhitungan jumlah pemesanan optimal tersebut dapat diketahui jumlah frekuensi pemesanan selama 8 periode (minggu) atau selama 2 bulan yaitu sebagai berikut :

$$F = \sqrt{\frac{C_c \cdot R}{2 \cdot C_s}} = \frac{R}{Q}$$

$$= \frac{303}{887,581} = 0,341 \approx 1 \text{ kali}$$

Jadi frekuensi pemesanan selama 8 periode (minggu) atau selama 2 bulan untuk bahan baku garam yaitu sebanyak 1 kali.

c. Bahan Baku Kunyit

$$EOQ = Q = \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot C_s}{C_c}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \cdot (1505) \cdot (14000)}{20}}$$

$$= 1451,551 \text{ Kg}$$

Dari hasil jumlah pemesanan optimal ini, maka pemesanan jenis bahan baku kunyit untuk setiap satu kali pesan yaitu sebesar 1451,551 Kg.

Sehingga dari hasil perhitungan jumlah pemesanan optimal tersebut dapat diketahui jumlah frekuensi pemesanan selama 8 periode (minggu) atau selama 2 bulan yaitu sebagai berikut :

$$F = \sqrt{\frac{C_c \cdot R}{2 \cdot C_s}} = \frac{R}{Q}$$

$$= \frac{1505}{1451,551} = 1,037 \approx 2 \text{ kali}$$

Jadi frekuensi pemesanan selama 8 periode (minggu) atau selama 2 bulan untuk bahan baku kunyit yaitu sebanyak 2 kali.

Ringkasan hasil perhitungan di atas disajikan pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Jumlah Pemesanan Optimal Masing-masing Jenis Bahan Baku

No	Bahan Baku	Jumlah Pemesanan Optimal (Kg)
1	Kacang Kedelai	3660,938
2	Garam	887,581
3	Kunyit	1451,551

## 2. Perhitungan Total Ongkos Persediaan

Sebelum menghitung total ongkos persediaan, maka total harga pembelian, total ongkos pesan, dan total ongkos simpan harus dihitung terlebih dahulu yaitu sebagai berikut :

### 1) Perhitungan Total Ongkos Pembelian Bahan Baku

Total ongkos pembelian untuk masing-masing jenis bahan baku didapat dari jumlah perhitungan harga untuk masing-masing jenis bahan baku per Kg dikalikan dengan total kebutuhan untuk masing-masing jenis bahan baku selama 8 periode (minggu) atau selama 2 bulan (Maret-April 2010).

#### a. Total Ongkos Pembelian Bahan Baku Kacang Kedelai

$$= \text{Rp. } 2.600 \text{ ,-} \times 6008 \text{ Kg} = \text{Rp. } 15.620.800 \text{ ,-}$$

#### b. Total Ongkos Pembelian Bahan Baku Garam

$$= \text{Rp. } 500 \text{ ,-} \times 303 \text{ Kg} = \text{Rp. } 151.500 \text{ ,-}$$

#### c. Total Ongkos Pembelian Bahan Baku Kacang Kedelai

$$= \text{Rp. } 1.000 \text{ ,-} \times 1505 \text{ Kg} = \text{Rp. } 1.505.000 \text{ ,-}$$

2) Perhitungan Total Ongkos Pesan

$$\text{Ongkos Pesan} = \frac{R}{Q} \cdot Cs$$

Sehingga diperoleh ongkos pesan untuk masing-masing jenis bahan baku yaitu sebagai berikut :

a. Total Ongkos Pesan Bahan Baku Kacang Kedelai

$$= \frac{R}{Q} \cdot Cs = \frac{6008}{3660,938} \cdot \text{Rp. } 58.000,- = \text{Rp. } 95.184,369,-$$

b. Total Ongkos Pesan Bahan Baku Garam

$$= \frac{R}{Q} \cdot Cs = \frac{303}{887,581} \cdot \text{Rp. } 13.000,- = \text{Rp. } 4.437,905,-$$

c. Total Ongkos Pesan Bahan Baku Kacang Kedelai

$$= \frac{R}{Q} \cdot Cs = \frac{1505}{1451,551} \cdot \text{Rp. } 14.000,- = \text{Rp. } 14.515,509,-$$

3) Perhitungan Total Ongkos Simpan

$$\text{Ongkos Simpan} = \frac{Q}{2} \cdot Cc$$

Sehingga diperoleh ongkos simpan untuk masing-masing jenis bahan baku yaitu sebagai berikut :

a. Total Ongkos Simpan Bahan Baku Kacang Kedelai

$$= \frac{Q}{2} \cdot Cc = \frac{3660,938}{2} \cdot \text{Rp. } 52,- = \text{Rp. } 95.184,369,-$$

b. Total Ongkos Simpan Bahan Baku Garam

$$= \frac{Q}{2} \cdot Cc = \frac{887,581}{2} \cdot \text{Rp. } 10,- = \text{Rp. } 4.437,905,-$$

c. Total Ongkos Simpan Bahan Baku Kacang Kedelai

$$= \frac{Q}{2} \cdot Cc = \frac{1451,551}{2} \cdot \text{Rp. } 20,- = \text{Rp. } 14.515,509,-$$

Total ongkos persediaan dapat dihitung sebagai berikut :

$$TC = PR + Cs \cdot \frac{R}{Q} + Cc \cdot \frac{Q}{2}$$

Berikut perhitungan total ongkos persediaan untuk masing-masing jenis bahan baku :

a. Total Ongkos Persediaan Bahan Baku Kacang Kedelai

$$TC = PR + Cs \cdot \frac{R}{Q} + Cc \cdot \frac{Q}{2}$$

$$TC = \text{Total harga pembelian} + \text{Total ongkos pesan} + \text{Total ongkos simpan}$$

$$= \text{Rp. } 15.620.800,- + \text{Rp. } 95.184,369,- + \text{Rp. } 95.184,369,- = \text{Rp. } 15.811.168,740,-$$

b. Total Ongkos Persediaan Bahan Baku Garam

$$TC = PR + Cs \cdot \frac{R}{Q} + Cc \cdot \frac{Q}{2}$$

$$TC = \text{Total harga pembelian} + \text{Total ongkos pesan} + \text{Total ongkos simpan}$$

$$= \text{Rp. } 151.500,- + \text{Rp. } 4.437,905,- + \text{Rp. } 4.437,905,- = \text{Rp. } 160.375,810,-$$

c. Total Ongkos Persediaan Bahan Baku Kunyit

$$TC = PR + Cs \cdot \frac{R}{Q} + Cc \cdot \frac{Q}{2}$$

$$TC = \text{Total harga pembelian} + \text{Total ongkos pesan} + \text{Total ongkos simpan}$$

$$= \text{Rp. } 1.505.000,- + \text{Rp. } 14.515,509,- + \text{Rp. } 14.515,509,- = \text{Rp. } 1.534.031,018$$

Dari total ongkos pesan dan total ongkos simpan selama 8 periode (minggu) atau selama 2 bulan yang tertera pada pengolahan data, kedua total ongkos tersebut menunjukkan nilai yang sama. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 10. Hasil Perhitungan Total Ongkos Persediaan Maret-April 2010

No	Bahan Baku	Total Ongkos Pembelian	Total Ongkos Pesan	Total Ongkos Simpan
1	Kacang Kedelai	Rp. 15.620.800,-	Rp. 95.184,369,-	Rp. 95.184,369,-
2	Garam	Rp. 151.500,-	Rp. 4.437,905,-	Rp. 4.437,905,-
3	Kunyit	Rp. 1.505.000,-	Rp. 14.515,509,-	Rp. 14.515,509,-
Kumulatif Total Ongkos		Rp. 17.277.300,-	Rp. 114.137,783,-	Rp. 114.137,783,-

## KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hasil Perencanaan Produksi Agregat dengan model Integer Programming diperoleh Total ongkos produksi yang minimum adalah sebesar Rp. 40.304.950,-.
2. Untuk mendapatkan Jadwal Induk Produksi (MPS) terlebih dahulu harus melakukan perencanaan produksi disagregasi. Pada perencanaan produksi agregat terlihat bahwa keputusan tentang jumlah produksi tidak bersifat operasional. Hal tersebut disebabkan jumlah produksi yang dihasilkan masih dalam unit agregat. Oleh karena itu, perencanaan produksi disagregasi bermaksud untuk mengubah satuan agregat kedalam satuan *end item*.

Metode yang dipakai dalam perencanaan produksi disagregasi ini adalah dengan menggunakan metode *Family Set-Up*, di mana ongkos *set-up* sangat penting dalam setiap periode untuk famili produksi.

3. Berdasarkan hasil perhitungan total ongkos persediaan dengan metode *Economic Order Quantity* (EOQ) diperoleh jumlah pemesanan optimal, frekuensi pemesanan dan total ongkos persediaan untuk masing-masing jenis bahan baku selama 8 periode (minggu) atau selama 2 bulan yaitu :
  - a. Bahan baku kacang kedelai dengan jumlah pemesanan optimal sebesar 3660,938 Kg, dengan frekuensi pemesanan sebanyak 2 kali dan total ongkos persediaan yaitu sebesar Rp. 15.811.168,740 ,.-
  - b. Bahan baku garam dengan jumlah pemesanan optimal sebesar 887,581 Kg, dengan frekuensi pemesanan sebanyak 1 kali dan total ongkos persediaan yaitu sebesar Rp. 160.375,810 ,.-
  - c. Bahan baku kunyit dengan jumlah pemesanan optimal sebesar 1451,551 Kg, dengan frekuensi pemesanan sebanyak 2 kali dan total ongkos persediaan yaitu sebesar Rp. 1.534.031,018 ,.-

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Ciarallo, F., Akella, R., and Morton, T.E. (1994). *A Periodic Review, Production-Planning Model with Uncertain Capacity*, *Management Science*, 40(3), 320-332.
2. DeCroix, G.A. and A. Arreola-Risa. (1998). *Optimal Production and Inventory Policy for Multiple Products Under Resource Constraints*, *Management Science*, 44(7), 950-961, 1998.
3. Federgruen, A. and Zipkin, P. (1986). *An Inventory Model with Limited Production Capacity and Uncertain Demands I: The Average Cost Criterion*, *Mathematics of Operations Research*, 11(2), 193-207.
4. Giménez, C. & Ventura, E. (2005). *Logistics-production, logistics-marketing and external integration: Their impact on performance*. *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 25, no. 1, pp. 20-38.
5. Glasserman, P. and S. Tayur, (1994). *The stability of a capacitated multi-echelon production-inventory system under a base-stock policy*, *Operations Research*, 42(5), 913-925.
6. Render, B. and Heizer J. (2001). *Prinsip-prinsip Manajemen Operasi*, Terjemahan Kresnohadi Ariyoto. Jakarta : Salemba Empat.
7. Smith, Spencer B. (1989). *Computer-Based Production and Inventory Control*, Prentice-Hall Inc., New Jersey.
8. Tersine, R. J. (1994). *Principles of Inventory and Materials Management*, Prentice-Hall Inc., New Jersey.
9. Waters-Fuller, N., (1995). *JIT Purchasing and Supply: A Review of the Literature* *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 15 No. 9, pp. 220-236.

## Formulir Berlangganan

1. Nama : .....
2. Institusi : .....
3. Alamat : .....
4. Telepon : .....
5. Email : .....

Menyatakan untuk berlangganan Jurnal Logistik Bisnis Mulai Edisi Ke ....., bersedia membayar ongkos cetak dan ongkos kirim sebesar Rp. 50.000,-/eks.

Biaya ditrasfer ke Bank BNI nomor rekening:

**BNI Cabang ITB (ciwaruga)**

**Kode Rekening: 28676884**

**a.n YPBPI/Logistik Bisnis**

Pemohon,

(.....)

---

Formulir Berlangganan dan Bukti Transfer dapat dikirim melalui pos/faks/email ke.

**Jurusan Logistik Bisnis, Politeknik Pos Indonesia**

**Jl. Sari Asih No.54-Bandung 40151**

**Telp (022) 2009570, Fax (022) 200 9568**