

INVENTORY CONTROL DECISION SUPPORT SYSTEM UNTUK HARGA DAN DEMAND YANG FLUKTUATIF

Eko Poerwanto¹, Samsul Amar²

¹Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto, Yogyakarta, email : ekoevtas@gmail.com

²Universitas Trunojoyo, Bangkalan, Jawa Timur, email : sams_amar@yahoo.com

Abstrak

Biaya persediaan merupakan pemborosan karena tidak memiliki kontribusi langsung dalam menciptakan nilai tambah suatu produk, akan tetapi, untuk memenuhi kelancaran proses produksi, perusahaan harus memiliki persediaan bahan baku yang memadai. Metode standar yang bisa dipakai dalam pengendalian persediaan adalah EOQ (*Economic Order Quantity*). Metode EOQ, sudah mengakomodir perubahan harga tetapi bukan terhadap waktu melainkan karena perubahan kuantitas pembelian (*quantity discount*). Padahal, banyak industri yang harga bahan bakunya cenderung berubah menurut waktu. Salah satu metode yang sesuai untuk digunakan pada industri dengan fluktuasi harga bahan baku adalah pengendalian persediaan dengan menggunakan model *linear programming*. Metode ini disamping dapat mengatasi fluktuasi harga juga mampu mengakomodir fluktuasi permintaan. Metode ini juga dapat diintegrasikan dengan MRP. Sayangnya, metode ini cukup rumit dalam hal permodelan maupun algoritma pemecahannya. Untuk itu, perlu dibangun suatu *Decision Support System (DSS)* yang dapat membantu pengambil keputusan dalam melakukan pengendalian persediaan untuk harga dan permintaan yang berfluktuasi secara mudah dan cepat. Dalam penelitian ini, model yang digunakan untuk memecahkan masalah adalah model *linear programming*. Fungsi tujuannya adalah meminimasi total biaya yang meliputi biaya pembelian, pemesanan dan penyimpanan. Sedangkan batasan yang dimunculkan secara umum adalah batasan demand (demand tiap periode harus terpenuhi), kapasitas gudang, dan budget tiap periode. Kuantitas demand dan harga pembelian untuk tiap periode didapatkan dari hasil peramalan data historis. Output dari DSS yang dibangun adalah hasil peramalan permintaan, hasil peramalan harga bahan baku dan strategi pembelian bahan baku tiap periode yang optimal (meminimalkan total biaya persediaan).

Kata Kunci: Pengendalian persediaan; Sistem Bantu Pengambilan Keputusan, Permintaan dan harga yang tidak menentu.

Abstract

The cost of inventory is a waste because it has no direct contribution in creating benefit of a product; however, to meet current production process, companies must have a sufficient supply of raw materials. The standard method used in inventory control is the *EOQ (Economic Order Quantity)*. *EOQ* method, already accommodate the change in prices but not on time but due to changes in the quantity of purchase (*quantity discounts*). In fact, in some real cases, prices tend to change according to time. One suitable method for such condition is *linear programming*. This method can overcome the inventory problem with price fluctuations. In addition, it can also accommodate fluctuations in demand. This method can also be integrated with the *MRP*. Unfortunately, this method is quite complicated in terms of modeling and solution algorithms. Therefore, it is necessary to develop a *Decision Support System (DSS)* that can assist decision makers in conducting inventory control for the price and demand fluctuates. In this study, the model used to solve the problem is *linear programming*. The objective function is minimizing the total cost includes the cost of purchasing and ordering. While the constraints are the demand constraints (demand each period must be met), warehouse capacity, and budget of each period. Demand quantity and purchasing price for each period obtained from historical data forecasting. The output of the *DSS* is demand forecasting, prices of raw materials forecasting, and the optimal strategy of purchasing raw material in each period (to minimize total costs).

Keywords: *Inventory Control, Decision Support System (DSS), Fluctuating Demand and Price*

1. Pendahuluan

Biaya persediaan dalam suatu industri mempunyai proporsi yang besar terhadap total biaya. Menurut Indrajit & Permono (2005), prosentase biaya persediaan terhadap harga barang adalah sebesar 20%-40% dari harga barang. Biaya persediaan merupakan pemborosan karena tidak memiliki kontribusi langsung dalam menciptakan nilai tambah suatu produk, akan tetapi, untuk memenuhi kelancaran proses produksi, perusahaan harus memiliki persediaan bahan baku yang memadai. Bila jumlah persediaan kurang memadai, akan timbul biaya kekurangan persediaan (*shortage cost*) misalnya biaya penalty karena tidak dapat memenuhi order tepat waktu dan ketidakpuasan konsumen yang berujung pada penurunan penjualan. Namun, bila perusahaan menanamkan terlalu banyak dananya dalam persediaan, biaya bisa persediaannya akan tinggi. Oleh sebab itu diperlukan suatu metode pengendalian persediaan yang tepat dalam menentukan jumlah persediaan dan waktu untuk melakukan pemesanan yang dapat meminimalkan total biaya.

2. Pengendalian Persediaan

Ada beberapa metode yang dapat digunakan dalam pengendalian persediaan, diantaranya yang paling populer adalah EOQ dan MRP. Metode standar yang bisa dipakai dalam pengendalian persediaan adalah EOQ (*Economic Order Quantity*). Metode ini digunakan untuk mencari jumlah atau kuantitas order yang optimal sehingga diperoleh total biaya persediaan yang minimal. Total biaya persediaan didapat dari biaya pemesanan ditambah biaya penyimpanan. Metode yang lebih terintegrasi adalah MRP (*Material Requirement Planning*). Dalam metode ini, kebutuhan material (baik bahan baku maupun bahan setengah jadi) di-*breakdown* dari kebutuhan barang jadi. Pemesanan material dilakukan sesuai kebutuhan yang telah dihitung sebelumnya dan sesuai dengan metode *lot-sizing* yang ditentukan. MRP sangat cocok digunakan dalam industri *assembly* atau industri yang produknya terdiri dari banyak elemen/*sparepart*.

EOQ dan MRP sudah dipakai secara luas dalam pengendalian persediaan, namun ada

tipe industri tertentu yang kurang sesuai bila memakai metode tersebut. Dalam kedua metode tersebut (dan juga metode persediaan pada umumnya), harga bahan baku diasumsikan tidak berubah dengan berubahnya waktu. Dalam pengembangan metode EOQ, ada suatu metode yang sudah mengakomodir perubahan harga tetapi bukan terhadap waktu melainkan karena perubahan kuantitas pembelian (*quantity discount*). Padahal, banyak industri yang harga bahan bakunya cenderung berubah menurut waktu, misalnya industri yang bahan bakunya berupa hasil pertanian atau perkebunan. Industri pakan ternak, industri garam, industri rokok dan industri olahan makanan merupakan contoh dimana harga bahan baku bisaanya mempunyai pola yang musiman.

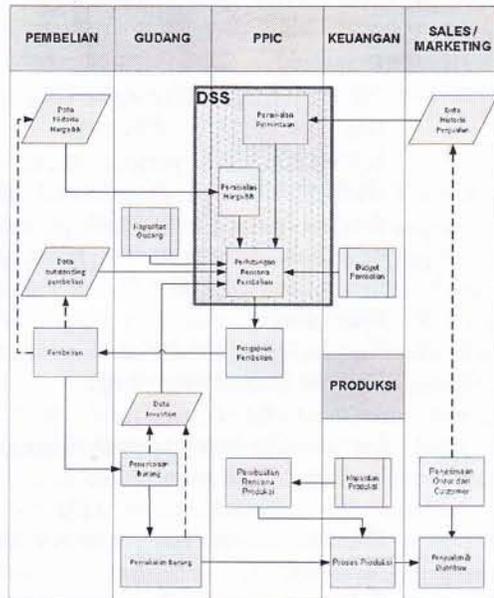
Pada industri-industri tersebut, penentuan jumlah dan waktu pembelian, dalam prakteknya, dilakukan dengan pertimbangan utama fluktuasi harga bahan baku. Mereka akan cenderung membeli bahan baku dalam jumlah besar saat harga murah dan menyimpannya untuk kebutuhan pada saat harga mahal, tentunya dengan mempertimbangkan budget yang tersedia dan biaya penyimpanan. Dalam industri-industri tersebut, pengendalian persediaan umumnya dilakukan secara intuitif tanpa menggunakan metode ilmiah yang tepat. Hal ini terjadi karena belum ada suatu metode yang populer untuk mengatasi masalah fluktuasi harga.

3. Decision Support System (DSS)

DSS sebagai sebuah sistem yang memberikan dukungan kepada seorang manajer, atau kepada sekelompok manajer yang relatif kecil yang bekerja sebagai team pemecah masalah, dalam memecahkan masalah semi terstruktur dengan memberikan informasi atau saran mengenai keputusan tertentu. Permasalahannya dalam hal ini adalah bagaimana merancang dan membuat suatu DSS inventory control dengan menggunakan metode linear programming yang sesuai digunakan dalam industri masal (industri dengan sistem *make to stock*) yang harga bahan baku dan demand-nya cenderung berubah menurut waktu, misalnya industri pakan ternak, industri garam, industri rokok dan industri olahan makanan. Dengan *tools* yang sudah terkomputerisasi berupa rancangan *decision support sistem* untuk

pengendalian persediaan dengan harga dan permintaan yang berfluktuasi inilah nantinya manajer tersebut akan dibantu dalam mengambil keputusannya. Tetapi rancangan ini hanya sebagai penunjang saja, keputusan tetap pada faktor individunya.

Alur pengambilan keputusan yang berkaitan dengan pengendalian persediaan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Bagan Proses Pengambilan Keputusan pada Sistem Inventory

Tujuan DSS adalah sebagai sistem penunjang dalam pengambilan keputusan yang bersifat rutin. DSS ini akan memberikan rekomendasi kepada Bagian PPIC berapa jumlah bahan baku yang harus dipesan tiap bulan selama 1 tahun kedepan. Dengan menggunakan DSS ini, perusahaan/ pengambil keputusan akan mendapatkan manfaat sebagai berikut:

- Mendapatkan strategi pembelian bahan baku dengan biaya minimum.
- Pengambilan keputusan dapat dilakukan secara cepat dan mudah.
- Kecepatan reaksi apabila ada perubahan kondisi, misalnya ada perubahan yang signifikan pada harga bahan baku

3. Metode dan Asumsi

Salah satu metode yang sesuai untuk digunakan pada industri dengan fluktuasi harga bahan baku adalah pengendalian persediaan dengan menggunakan model *linear programming*. Metode ini disamping dapat

mengatasi fluktuasi harga juga mampu mengakomodir fluktuasi permintaan. Metode ini juga dapat diintegrasikan dengan MRP. Sayangnya, metode ini cukup rumit dalam hal permodelan maupun algoritma pemecahannya. Untuk itu, perlu dibangun suatu *Decision Support System (DSS)* yang dapat membantu pengambil keputusan dalam melakukan pengendalian persediaan untuk harga dan permintaan yang berfluktuasi secara mudah dan cepat.

Batasan dan asumsi yang dipakai dalam model linear programming ini adalah:

- Periode dianggap sebagai *discrete point*, atau satu titik dalam kurun waktu **bulanan**. Pembelian dan kedatangan dianggap terjadi dalam satu titik dan lead time dianggap nol.
- Biaya pemesanan diabaikan (dianggap tidak signifikan). Hal ini sesuai dengan kondisi saat ini dimana biaya pesan tidak lagi signifikan dan bisa diabaikan berkat kemajuan teknologi informasi dan komunikasi (misalnya pemesanan melalui email, sms atau e-commerce).
- Harga bahan baku dalam satu periode tetap dan tidak tergantung pada jumlah pembelian pada periode tersebut (tidak ada *quantity discount*).
- Semua permintaan harus dipenuhi dan tidak ada *shortage cost* (biaya karena kekurangan persediaan).
- Peramalan yang digunakan dengan metode *least squares*, *decomposition*, dan *winter*.

4. Alur DSS dan Formulasi Model

Tahap awal dari DSS ini adalah proses peramalan. Peramalan permintaan dibuat berdasarkan data historis penjualan sedangkan peramalan harga bahan baku didasarkan pada data historis harga bahan baku. Metode yang akan digunakan adalah regresi linier dan *winter*. Regresi linier bisa dipakai untuk melakukan peramalan terhadap data yang mengandung tren, sedangkan *winter* bisa digunakan untuk data yang mengandung pola musiman (Elsayed & Boucher, 1994). Hasil peramalan ketiga metode tersebut selanjutnya akan dinilai keakuratannya dengan kriteria *MSE (Mean Square Error)*. Rumus *MSE* adalah sebagai berikut:

$$MSE = \frac{\sum_{i=0}^m (A_i - F_i)^2}{m} \quad (1)$$

Dimana:

A_i = data aktual periode i

F_i = hasil peramalan (*forecast*) periode i

m = jumlah data (jumlah periode i)

Hasil peramalan yang dipakai adalah hasil peramalan yang memberikan nilai MSE terkecil. Sebelum dipakai sebagai dasar perhitungan rencana pembelian, hasil peramalan ini masih bias di-*edit* apabila ada hal-hal diluar model yang mungkin berpengaruh signifikan, misalnya kebijakan pemasaran yang gencar, adanya bencana alam, dan lain-lain. Beberapa hal yang penting berkaitan dengan peramalan adalah sebagai berikut :

Model yang dipakai untuk perhitungan rencana pembelian yang optimal adalah *linear programming*. *Linear programming* adalah suatu model matematis yang bisa digunakan untuk menentukan besarnya variabel keputusan (dalam hal ini jumlah bahan baku yang akan dibeli untuk tiap-tiap periode) yang dapat mengoptimalkan fungsi tujuan (dalam hal ini meminimalkan total biaya persediaan) berdasarkan batasan-batasan tertentu. Disebut *linear programming* karena baik fungsi batasan maupun fungsi tujuan berupa fungsi linear (Hillier & Lieberman, 1990).

Model linear programming yang digunakan dalam DSS ini dikembangkan dari model Laila (2008). Model linear programming yang digunakan adalah sebagai berikut:

a) Variabel keputusan:

X_i = jumlah bahan baku yang akan dibeli untuk periode i .

Periode pembelian bisa berupa mingguan, bulanan, kuartal dan lain-lain tergantung kebijakan perusahaan yang juga dipengaruhi oleh periode dan tipe data historis penjualan dan data historis harga bahan baku.

b) Fungsi tujuan:

Tujuan dari pengambilan keputusan adalah meminimalkan total biaya inventory. Biaya inventory terdiri dari biaya pembelian bahan baku dan biaya penyimpanan (*holding cost*). Dengan demikian, fungsi tujuan dapat dinyatakan sebagai berikut:

Meminimalkan

$$Z(X_i) = \sum_{i=0}^n (P_i * X_i + I_i * h * P_i) \quad (2)$$

Dimana:

n = horizon perencanaan (dalam hal ini untuk 6 bulan ke depan)

P_i = hasil peramalan harga (*price*) bahan baku untuk periode i (Rp/ unit).

h_i = biaya penyimpanan (*holding cost*) per periode, berupa prosentase dari harga barang per unit (%/ periode).

I_i = persediaan (*inventory*) pada akhir periode $I_i = I_{i-1} + X_i - D_i$

I_0 = persediaan awal yang ada di gudang.

D_i = hasil peramalan permintaan (*demand*) periode i .

c) Batasan (*constrain*):

- Batasa jumlah bahan baku yang akan dibeli tiap periode:

Kebutuhan tiap periode harus terpenuhi. Oleh karena itu, D_i minimal harus sama dengan persediaan awal periode i (I_{i-1}) ditambah dengan bahan baku yang akan dibeli pada periode i (X_i). Secara matematis dapat ditulis:

$$X_i + I_{i-1} \geq D_i \text{ untuk } i=1 \dots n \quad (3)$$

- Batasan Kapasitas gudang:

$$I_i \leq G \text{ untuk } i=1 \dots n \quad (4)$$

Dimana G = kapasitas maksimal gudang.

- Batasan budget pembelian:

$$P_i * X_i \leq B_i \text{ untuk } i=1 \dots n \quad (5)$$

Dimana B_i = budget pembelian untuk periode i .

- Batasan non negative:

$$X_i \geq 0 \text{ untuk } i=1 \dots n \quad (6)$$

- Batasan integer:

$$X_i = \text{integer} \quad (7)$$

5. Hasil dan Pembahasan

Perhitungan rencana pemesanan dalam DSS ini menggunakan model linear programming. Apabila menggunakan data yang akurat dan permodelan yang tepat, perhitungan rencana pemesanan dengan menggunakan metode ini akan menjamin didapatkannya total biaya minimum, sehingga membantu Bagian PPIC dalam melakukan pengambilan keputusan secara cepat dan mudah.

DSS ini juga memungkinkan melakukan perhitungan kembali apabila ada perubahan kondisi, misalnya ada perubahan yang signifikan pada harga bahan baku. DSS ini dibangun dalam software *spreadsheet excel*. Alasan memakai *excel* adalah software ini merupakan aplikasi yang sudah sangat familiar sehingga user tidak perlu terlalu banyak belajar dan beradaptasi dalam memakai DSS ini. Penyelesaian *linear*

programming-nya menggunakan salah satu software *add-ins excel* yaitu *solver*. Untuk menghindari operasi yang berulang-ulang, digunakan fitur *macro* yang ada dalam excel.

Sesuai dengan fungsi dari rancangan DSS untuk penentuan jumlah pembelian dan persediaan yang optimal maka proyek ini dinamakan Inventory Control Decision Support Systems. DSS ini merupakan proyek pendukung untuk mengetahui jumlah pembelian dan persediaan yang paling efisien berdasarkan total biaya yang terkecil.

5.1. Professional yang Menjadi Target

Bagian Production Planning and Inventory Control (PPIC) adalah target utama pengguna DSS ini. Bagian Pembelian, Sales dan Marketing juga dapat memakai DSS ini atau mendapatkan manfaat dari pemakaian DSS ini.

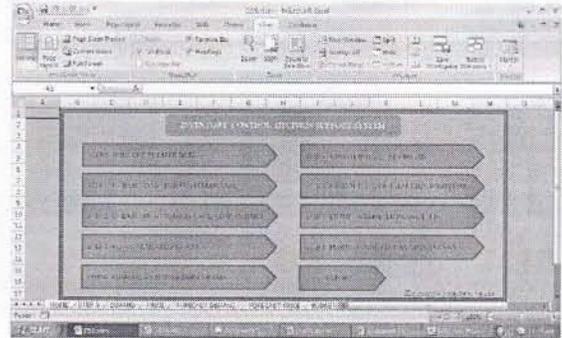
Bagian PPIC juga menjadi pemeliharaan sistem ini. Untuk *database* yang berkaitan dengan harga pembelian bahan baku dan *database outstanding* pembelian, Bagian Pembelian yang harus menyediakan dan memelihara *database*-nya. *Database* inventory menjadi tanggung jawab Bagian Gudang, sedangkan *database* penjualan menjadi tanggung jawab Bagian Sales/ Marketing.

5.2. Critical Success Factors

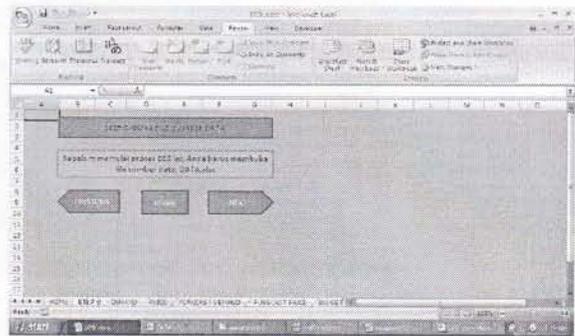
- Ketepatan peramalan harga bahan baku dan peramalan permintaan. Dengan demikian, menuntut kecepatan update dan respon bila ada perubahan yang signifikan.
- Ketepatan batasan, misalnya batasan kapasitas gudang dan budget yg tersedia untuk pembelian BB.
- Kesesuaian permasalahan riil dengan asumsi yang digunakan, dengan kata lain, asumsi yang dipakai dalam model masih relevan dengan permasalahan riil.
- Keakuratan dan update data yang menjadi input sistem. Hal ini memerlukan kerjasama dengan bagian lain seperti Bagian Gudang, Bagian Pembelian dan Bagian Sales/ Marketing.

5.3. Screen Displays

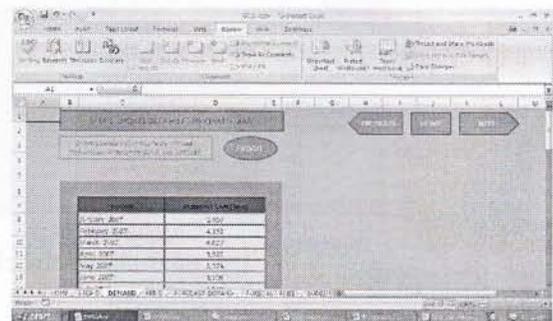
Data historis harga bahan baku dan permintaan diambil data 4 tahun terakhir. Berikut ini adalah screen displays hasil *running* DSS.



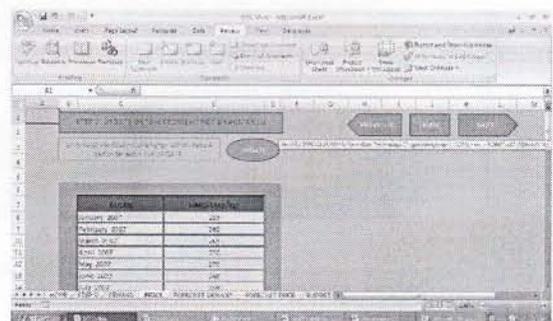
Gambar 2. Halaman Utama



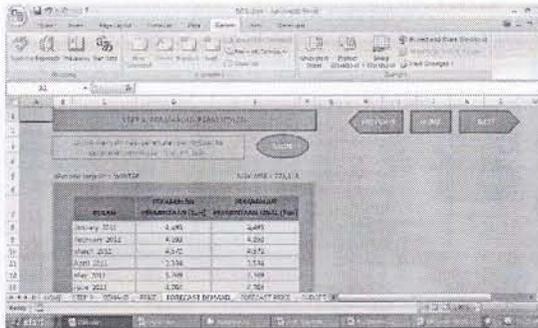
Gambar 3. Step 0



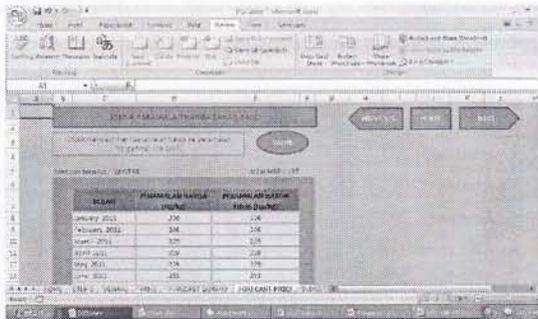
Gambar 4. Step 1.
Update Data Historis Permintaan



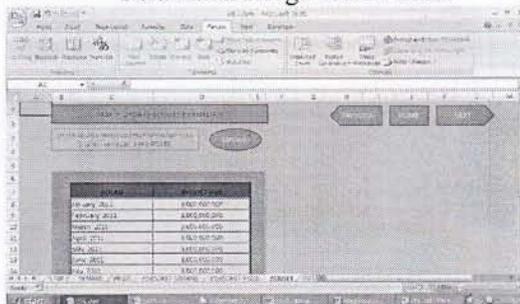
Gambar 5. Step 2
Update Data Historis Harga Bahan Baku



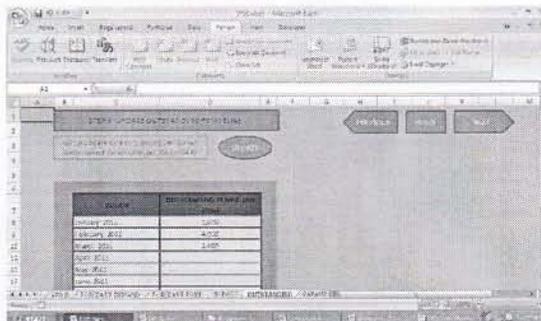
Gambar 6 Step 3: Peramalan Permintaan



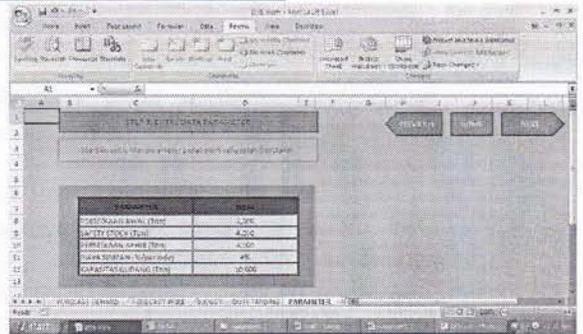
Gambar 7 Step 4
Peramalan Harga Bahan Baku



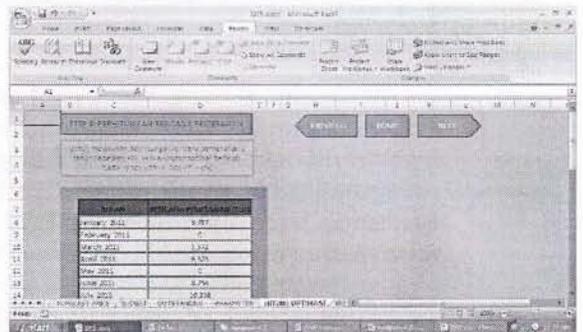
Gambar 8. Step 5
Update Budget Pembelian



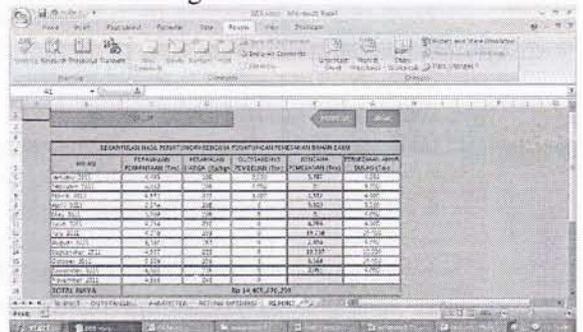
Gambar 9 Step 6
Update Outstanding Pembelian



Gambar 10. Step 7: Entry Data Parameter



Gambar 11 Step 8
Perhitungan Rencana Pemesanan



Gambar 12. Halaman Report

Kesimpulan

DSS sebagai sistem penunjang dalam pengambilan keputusan yang bersifat rutin yang memberikan rekomendasi kepada Bagian PPIC berapa jumlah bahan baku yang harus dipesan tiap bulan selama 1 tahun kedepan. Dengan menggunakan DSS ini, perusahaan/ pengambil keputusan akan mendapatkan manfaat sebagai berikut:

- Mendapatkan strategi pembelian bahan baku dengan biaya minimum.
- Pengambilan keputusan dapat dilakukan secara cepat dan mudah.

- Kecepatan reaksi apabila ada perubahan kondisi, misalnya ada perubahan yang signifikan pada harga bahan baku.

Daftar Pustaka

- [1]. Elsayed, A. E., Boucher, T. O, 1994, Analysis and Control of Production System, Prentice-Hall International, Inc., New Jersey, USA.
- [2]. Hillier, F. S., Lieberman, G. J., 1990, Introduction to Operation Research, 5th edition, McGraw-Hill, Inc., USA.
- [3]. Indrajit, R., Eko & Permono, Anjar, 2005, *Manajemen Manufaktur Tinjauan Praktis Membangun & Mengelola Industri*, Pustaka Fahima, Yogyakarta.
- [4]. Umi Laila, 2008, *Pengendalian Persediaan dengan Metode Linear Programming*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri, Fak. Teknik, Universitas Trunojoyo.