

## Perencanaan Produksi Proses Pembuatan Alat Musik Flute

Azizah Al Habshe<sup>1)</sup>, Indri Hapsari<sup>2)</sup>, Amelia Santoso<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup> Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya

<sup>2)</sup> [indri@staff.ubaya.ac.id](mailto:indri@staff.ubaya.ac.id)

DOI: <http://dx.doi.org/10.21107/rekayasa.v12i1.4565>

### ABSTRAK

PT. X di Pasuruan merupakan perusahaan industri manufaktur yang memproduksi alat-alat musik seperti, piano, keyboard, gitar dan bass, drum, alat tiup seperti *flute*, pianika, dan lain-lain. Tingginya jam lembur membuat penelitian ini terfokus pada *parts process department section body process* khusus alat musik *flute*. Produk jadi *flute* terdiri dari 3 *part* yang berupa *flute head*, *flute body*, dan *flute foot* yang diproduksi di *parts process department section body process* khusus memproduksi *flute head*, *flute body*, dan *flute foot*. Fluktuatifnya permintaan konsumen membuat pihak manajemen kesulitan untuk meramalkan berapa jumlah *flute head*, *flute body*, dan *flute foot* yang harus diproduksi secara tepat. Apabila hasil peramalan yang kurang tepat tersebut mengakibatkan adanya ketidaksesuaian antara jumlah permintaan dengan kapasitas produksi *flute head*, *flute body*, dan *flute foot* di PT. X. Oleh karena itu perlu adanya perencanaan produksi usulan agar dapat memenuhi permintaan sesuai dengan kapasitas yang dimiliki PT. X dan meminimumkan total biaya yang dikeluarkan. Perencanaan produksi usulan yang dilakukan menggunakan metode *mix integer linear programming* dengan bantuan *software Lingo 11.0*. Total biaya yang dikeluarkan untuk perencanaan produksi metode perusahaan sebesar Rp35.766.639.589 sedangkan, metode usulan sebesar Rp35.687.132.806. Metode usulan dapat melakukan penghematan total biaya produksi sebesar 0,22% yaitu Rp79.506.783.

**Kata kunci:** Perencanaan produksi, *Forecasting*, *Safety stock*, *Mix integer linear programming*

### *Production Planning of Flute Musical Instrument Production Process*

### ABSTRACT

PT. X in Pasuruan is an industrial manufacturing company that produces musical instruments such as, piano, keyboard, guitar and bass, drums, flutes, pianica, etc. Highly overtime is the reason why this research focuses on *parts process department section body process* specific to a flute. The flute consist of 3 parts which are *flute head*, *flute body*, and *flute foot* that produces on *parts process department section body process*. Fluctuatively consumer request had caused confusion for the management to accurately estimate the number of *flute head*, *flute body*, and *flute foot* to be produced. If the result of forecasting is not matching, therefore there is a difference in a number of orders and production capacity of *flute head*, *flute body*, and *flute foot* at PT. X Hence, there should be a production estimate plan to overcome the problem relating to the capacity at PT. X at the same time minimizing costs. *Mix integer linear programming* method was used as a suggestion with the help of *software Lingo 11.0*. The total cost spent on the company method is Rp35.766.639.589, while the proposed method is Rp35.687.132.806. The proposal method of production and planning managed to cut the cost by 0,22% which is Rp79.506.783.

**Keywords:** Production and planning control, *Forecasting*, *Safety stock*, *Mix integer linear programming*.

### PENDAHULUAN

Tuntutan pemenuhan konsumen saat ini semakin sulit karena selain permintaan yang beragam, perusahaan juga dituntut untuk memenuhi order dari konsumen secara tepat waktu. Beragamnya permintaan konsumen serta tuntutan ketepatan waktu yang harus dipenuhi membuat objek

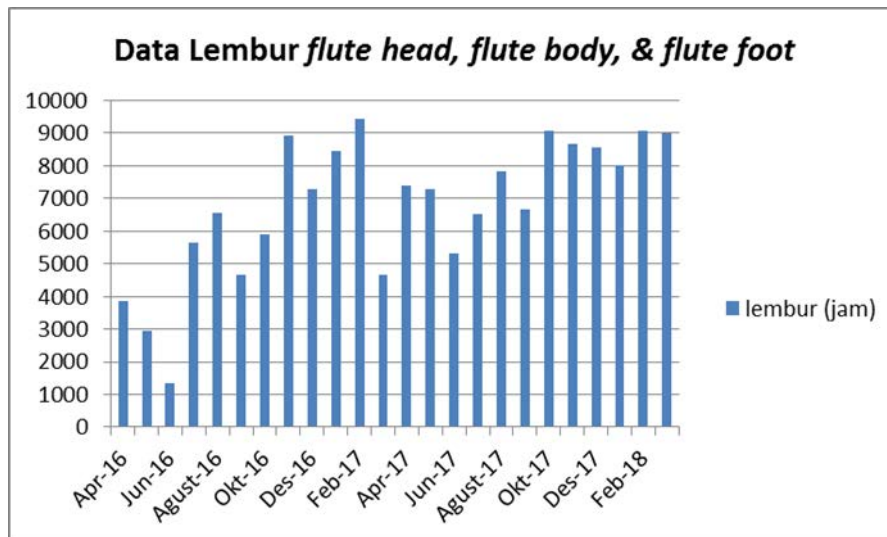
penelitian ini akan terfokus pada bagian produksi di *parts process department section body process* alat musik flute pada PT. X. Berdasarkan wawancara yang telah dilakukan melalui narasumber Bapak Prawoto selaku manajer produksi di PT. X, perencanaan produksi pada *parts process department section body process* belum dapat tercapai sesuai target yang telah ditetapkan

#### Article History:

Received: 28 November 2018; Accepted: 24 Desember 2018  
ISSN: 2502-5325 (Online) **Terakreditasi Peringkat 4** oleh  
Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi (ARJUNA),  
berdasarkan Keputusan Direktur Jenderal Penguatan Riset dan  
Pengembangan Nomor: 21/E/KPT/2018 tanggal 9 Juli 2018

#### Cite this as:

Habshe, A., Hapsari, I., & Santoso, A. (2019). Perencanaan  
Produksi Proses Pembuatan Alat Musik Flute. *Rekayasa*, 12(1),  
5-17. doi:<http://dx.doi.org/10.21107/rekayasa.v12i1.4565>



Gambar 1. Data jam lembur

oleh perusahaan. Penambahan jam kerja secara mendadak yang selama ini terjadi menunjukkan bahwa operator kurang efektif dan efisien dalam melakukan pekerjaannya. Berikut ini adalah Gambar 1 yang menunjukkan data jam lembur PT. X pada parts process department section body process khususnya alat musik flute.

Untuk pemenuhan kapasitas produksi di parts process department section body process perlu melakukan perencanaan produksi yang tepat. Oleh karena itu, alasan perlu dilakukannya perbaikan pada penelitian ini untuk melakukan perencanaan produksi usulan pada parts process department section body process di PT. X. Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas, permasalahan yang terdapat pada PT. X adalah penambahan jam kerja (lembur) yang tidak terencana, sehingga perencanaan produksi masih kurang tepat. Perencanaan produksi yang tepat dapat mereduksi biaya-biaya yang dikeluarkan terkait dalam proses produksi. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Melakukan peramalan untuk masing-masing flute head, flute body, dan flute foot.
2. Melakukan optimasi perencanaan produksi agar dapat memenuhi permintaan sesuai dengan target waktu serta dapat meminimalkan total biaya produksi.
3. Melakukan analisis perbandingan antara perencanaan produksi perusahaan dan usulan.

Penelitian ini dilakukan dengan harapan dapat memberikan manfaat bagi PT. X khususnya di parts process department section body process alat musik flute. Meningkatnya produksi yang dihasilkan akan dapat mempermudah PT. X dalam memenuhi permintaan konsumen tepat waktu serta dapat memperluas pangsa pasar untuk penjualan ke luar negeri. Penelitian ini dapat memberi manfaat untuk mengetahui hasil forecasting

dari permintaan di masa mendatang. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat membantu parts process department section body process untuk melakukan perencanaan produksi yang sesuai dengan kapasitas yang ada pada parts process department section body process. Pada akhirnya perusahaan dapat terus-menerus meningkatkan kapasitas produksi yang dihasilkan agar dapat bertahan dan bersaing dengan perusahaan-perusahaan sejenis.

Batasan pada penelitian ini hanya mencakup segala aktivitas yang terjadi pada rantai produksi dan biaya yang terkait untuk memproduksi produk di parts process department section body process khususnya pada alat musik flute. Hal yang terkait finansial tidak dapat dicantumkan ke dalam penelitian karena merupakan privasi perusahaan. Penelitian ini berfokus pada perencanaan produksi di parts process department section body process alat musik flute.

## STUDI LITERATUR

Dibutuhkan teori-teori yang mendukung dan relevan dengan masalah dalam penelitian ini. Teori-teori ini yang akan diuraikan merupakan teori yang diperoleh dari buku-buku acuan sebagai landasan untuk menyelesaikan masalah dalam penelitian ini, sehingga hasil dari penelitian ini dapat dipertanggungjawabkan. Landasan teori yang digunakan adalah teori perencanaan dan pengendalian produksi, dan peramalan. Selain itu terdapat teori analisis pengukuran kerja digunakan untuk menentukan output standar, serta kapasitas produksi yang tepat. Teori peramalan digunakan untuk membuat peramalan permintaan di masa mendatang. Teori perencanaan dan pengendalian produksi digunakan untuk merancang perencanaan produksi yang tepat.

## Perencanaan Produksi

Menurut Baroto (2002, p.13), produksi ada-

lah suatu proses merubah bahan baku menjadi produk jadi. Sistem produksi adalah seluruh aktivitas untuk membuat suatu produk yang didalam proses tersebut melibatkan tenaga kerja, bahan baku, mesin, energi, informasi, biaya, dan tindakan manajemen. Perencanaan dan pengendalian produksi (PPC) merupakan tindakan manajemen yang sifatnya abstrak (tidak dapat dilihat secara nyata). Manfaat dari suatu perusahaan industri untuk melakukan perencanaan produksi adalah untuk mempersiapkan perencanaan agregat, perencanaan kebutuhan kapasitas, serta pemenuhan demand yang sesuai. Pengendalian produksi merupakan aktivitas untuk menentukan apakah hasil produksi serta pemakaian sumber daya produksi telah berjalan sesuai dengan perencanaan dan sesuai dengan kapasitas produksi yang tersedia. Jika terjadi penyimpangan maka perlu memperbaiki perencanaan produksi di masa mendatang.

Menurut Kusuma (2009, p.2), pengendalian produksi dilakukan untuk mendayagunakan sumber daya yang terbatas secara efektif, terutama dalam usaha memenuhi permintaan konsumen dan menciptakan keuntungan bagi perusahaan. Fungsi dari pengendalian produksi adalah untuk monitoring secara terus menerus pencatatan dan pelaporan perkembangan produksi serta tingkat persediaan dan kapasitas. Selain itu untuk melakukan koreksi karena berbagai variasi yang ditimbulkan oleh mesin breakdown dan kekurangan material.

Menurut Wignjosoebroto (2003, p.335), perencanaan dan pengendalian produksi merupakan aktivitas manajemen produksi atau industri yang bertujuan untuk melakukan perencanaan serta mengendalikan aliran dari material yang masuk melalui berbagai tahapan proses dalam suatu operasi dan kemudian keluar dari pabrik menjadi sebuah produk. Tujuan dari perencanaan dan pengendalian produksi adalah memaksimalkan customer service level, meminimumkan total biaya produksi dan memaksimalkan efisiensi dalam pemakaian sumber daya untuk produksi yang terdiri dari fasilitas tenaga kerja dan material.

### **Peramalan (forecasting)**

Menurut Kusuma (2009, p.13), peramalan adalah perkiraan tingkat permintaan produk selama beberapa periode mendatang. Peramalan digunakan untuk memprediksi kejadian atau kondisi yang dapat mendukung proses dalam pengambilan keputusan. Beberapa faktor penting yang dapat diperkirakan dengan menggunakan peramalan yaitu, permintaan dari konsumen, perencanaan produksi, pembelian bahan baku, dan persediaan biaya di masa mendatang.

Menurut Wignjosoebroto (2003, p.337) peramalan diterjemahkan dari istilah forecasting yang

merupakan suatu upaya untuk memperoleh gambaran yang akan terjadi di masa mendatang. Gambaran tersebut akan menjadi dasar dalam pembuatan suatu perencanaan. Peramalan diharapkan akan mampu memberikan "skenario masa depan" yang berisi informasi-informasi yang relevan untuk kondisi mendatang yang berkaitan dengan aspek pemasaran, pendanaan, produksi, dan aspek lain yang memiliki hubungan dengan proses perencanaan produksi. Selain itu peramalan juga memberi manfaat yang dapat memberikan evaluasi untuk mengukur kemampuan perusahaan dalam memenuhi permintaan konsumen.

Dengan adanya peramalan permintaan pasar, suatu perusahaan dapat memperkirakan demand pasar di masa mendatang serta dapat melakukan antisipasi apabila terjadi fluktuasi permintaan (demand). Manfaat lain yang dapat diperoleh dari peramalan permintaan antara lain:

1. Dasar dalam menentukan kebijaksanaan dalam persoalan penyusunan anggaran untuk segala aktivitas yang dilaksanakan.
2. Pedoman untuk pengendalian persediaan.
3. Evaluasi untuk mengukur kemampuan dalam pemenuhan terhadap permintaan konsumen.
4. Penentuan waktu standar kegiatan operasi dan inspeksi pada proses produksi.
5. Penyusunan penjadwalan produksi dari pesanan yang ada dengan kriteria meminimumkan rata-rata lateness penyelesaian order dan meminimasi atau mengeliminasi subkontrak pada perusahaan lain.

Dalam melakukan peramalan perlu memperhatikan input data atau informasi, batasan serta faktor lingkungan yang berpengaruh dalam menghasilkan output peramalan.

### **1. Metode Peramalan**

Menurut Wignjosoebroto (2003, p.345), peramalan dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan jangka waktu pemanfaatannya:

- a. Peramalan untuk perencanaan jangka pendek

Peramalan ini biasanya berjangka waktu selama satu tahun atau kurang. Karakteristiknya adalah dilakukan secara teratur dan berulang menggunakan data internal, menggunakan teknik kuantitatif dan dilakukan secara terperinci untuk banyak item. Biasanya yang dibutuhkan adalah metode peramalan yang relatif murah. Ini berarti bahwa masukan dan persyaratan penyimpanan data tidak terlalu ketat dan bahwa metode komputer hendaknya berupa mekanisme untuk memutakhirkan data peramalan sesuai dengan kebutuhan.

- b. Peramalan untuk perencanaan jangka menengah

Peramalan ini mempunyai karakteristik bersifat periodik, dengan menggunakan teknik kuantitatif atau kualitatif. Peramalan ini dilakukan oleh manajemen menengah dan dilakukan terhadap kelompok produk. Biasanya, yang diramal adalah rencana tingkat produksi bulanan atau tingkat armada pekerja.

- c. Peramalan untuk perencanaan jangka panjang

Perencanaan jangka panjang ini mencakup perkiraan peramalan untuk 5 tahun mendatang atau lebih. Peramalan ini digunakan untuk meramalkan ekspansi dan investasi. Karakteristiknya yaitu dilakukan analisis satu kali lebih banyak berdasarkan pertimbangan manajemen puncak, lebih banyak menggunakan data eksternal (triwulan atau tahunan), dan dilakukan terhadap beberapa produk.

## 2. Pola Data Permintaan

Menurut Baroto (2002, p.32), dalam peramalan Time Series terdapat empat jenis pola permintaan. Pola permintaan ini berhubungan dengan metode peramalan yang akan digunakan. Setiap metode peramalan memiliki karakteristik tertentu, salah satunya adalah pola permintaan. Pola permintaan tersebut terdiri dari:

- a. Pola trend  
Menunjukkan pola kecenderungan gerakan yang menurun atau naik dalam jangka panjang. Bila data berpola trend, maka metode peramalan yang sesuai adalah metode regresi linier, Exponential Smoothing dan Double Exponential Smoothing.
- b. Pola musiman (seasonal)  
Apabila data berfluktuasi, namun fluktuasi tersebut akan berulang dalam suatu interval tertentu, maka data tersebut berpola musiman. Disebut pola musiman karena dipengaruhi cuaca, iklim, tradisi, ataupun rutinitas lainnya. Metode peramalan yang sesuai dengan pola musiman adalah metode Winter.
- c. Pola siklus  
Pola siklus ini tidak memiliki pola yang berulang sama serta bentuk pola yang bervariasi. Pola yang terbentuk dari pola siklus ini dapat disebabkan oleh pengaruh lingkungan. Metode yang cocok untuk pola siklus adalah metode Moving Average, Weight Moving Average dan Exponential Smoothing.
- d. Pola random  
Fluktuasi data permintaan yang terjadi dalam jangka panjang tidak dapat digambarkan. Fluktuasi permintaan pada pola random bersifat acak. Hal ini disebabkan faktor lingkungan yang tidak, terlalu sulit diprediksi maupun sulit dikendalikan karena cepat berubah. Tidak ada metode

peramalan yang sesuai dengan pola ini, namun yang dapat menentukan adalah kemampuan analisis seseorang untuk meramalkan dan menyimpulkan kecenderungan dari pola tersebut.

## 3. Teknik Peramalan

Menurut Baroto (2002, p.27), metode peramalan dibagi menjadi dua kategori:

- a. Metode kualitatif, merupakan metode yang didasarkan pada estimasi subyektif, perkiraan, pengetahuan, atau opini dari para ahli.
- b. Metode kuantitatif merupakan suatu metode yang perkembangannya menggunakan metode matematis.

Metode kualitatif digunakan apabila data yang tersedia tidak ada atau hanya ada sedikit. Sedangkan, metode kuantitatif menggunakan data historis untuk meramalkan permintaan di masa mendatang. Metode kuantitatif dibagi menjadi dua kelompok yaitu metode 'Time Series' dan metode 'Nontime Series' (Structural Models). Metode yang ada di dalam 'Nontime Series' adalah metode-metode ekonometrik, metode analisis input-output, metode regresi dengan variabel bebas bukan waktu. Metode 'Time Series' adalah metode peramalan yang menggunakan waktu sebagai dasar peramalan. Berikut adalah metode yang termasuk metode kuantitatif.

### a. Metode Moving Average

Moving Average dapat digunakan sebagai alat peramal. Moving Average hanya menggunakan rata-rata data permintaan masa lampau dalam jumlah yang telah ditentukan sebelumnya. Untuk setiap periode, Moving Average yang baru dihitung dengan cara mengabaikan permintaan pada periode yang paling awal dan memasukkan permintaan pada periode paling akhir. Rumus metode Moving Average adalah:

$$\hat{f}_t = \frac{f_{t-1} + f_{t-2} + f_{t-3} + \dots + f_{t-M}}{m} \quad (1)$$

Dimana:

m = jumlah periode yang digunakan sebagai dasar peramalan (nilai m ini bila minimal 2 dan maksimal tidak ada ditentukan secara subyektif)

$\hat{f}_t$  = ramalan permintaan (real) untuk periode t

$f_t$  = permintaan aktual pada periode t

### b. Metode Weight Moving Average

Metode Weight Moving Average merupakan metode peramalan yang dikembangkan dari metode Moving Average dengan menambahkan faktor bobot. Metode Weight Moving Average akan melakukan peramalan dengan beberapa data terakhir dengan memberikan

bobot yang berbeda-beda. Hal ini dilakukan atas dasar apabila pengaruh data yang lebih baru akan lebih besar dari data yang lebih lama terhadap kondisi di masa mendatang. Rumus metode Weight Moving Average adalah:

$$\hat{f}(t) = c_1 f_{t-1} + c_2 f_{t-2} + c_m f_{t-m} \quad (2)$$

Dimana:

$\hat{f}_t \hat{f}_t$  = ramalan permintaan (real) untuk periode t

$f_t f_t$  = permintaan aktual pada periode t

$c_1 c_1$  = bobot masing-masing data yang digunakan

$(\sum c_1 = 1)(\sum c_1 = 1)$  ditentukan secara subyektif

m = jumlah periode yang digunakan untuk peramalan (subyektif)

### c. Metode Single Exponential Smoothing

Peramalan dengan metode Single Exponential Smoothing menekankan pada permintaan paling baru, dan bukan permintaan pada periode sebelumnya. Metode ini mengasumsikan jika data berfluktuasi di sekitar nilai mean yang tetap dan juga tanpa trend atau pola pertumbuhan konsisten. Formula untuk metode Single Exponential Smoothing (SES) adalah:

$$\hat{f}_{t-} = \alpha f_t + (1 - \alpha) \hat{f}_{t-1} \quad (3)$$

Dimana:

$\hat{f}_t \hat{f}_t$  = perkiraan permintaan pada periode t

$\alpha$  = suatu nilai ( $0 < \alpha < 1$ ) yang ditentukan secara subjektif

$f_t f_t$  = permintaan aktual pada periode t

$\hat{f}_t \hat{f}_{t-1}$  = perkiraan permintaan pada periode t-1

### d. Metode regresi linear sederhana

Regresi linear adalah suatu metode populer untuk berbagai macam permasalahan. Untuk peramalan time series, formula regresi linear cocok digunakan bila pola data adalah trend. Formula asli regresi linear adalah

$$\hat{f}(t) = a_0 + b \cdot t + \epsilon t \quad (4)$$

Dimana:

$\hat{f}(t) \hat{f}(t)$  = nilai dari fungsi (permintaan) pada periode t (variabel terikat)

$a_0 a_0$ , b = intercept dan slope

tt = periode (variabel bebas)

$\epsilon t \epsilon t$  = error atau kesalahan atau penyimpangan pada periode t

Bila digunakan untuk peramalan, maka formula regresi linear adalah:

$$\hat{f}(t) = \hat{a} + \hat{b}t \quad (5)$$

Dimana:

$$\hat{a} = \frac{\sum t^2 \sum f(t) - \sum t \sum t \cdot f(t)}{n \sum t^2 - (\sum t)^2} \quad (6)$$

$$\hat{b} = \frac{n \sum t \cdot f(t) - \sum t \sum t f(t)}{n \sum t^2 - (\sum t)^2} \quad (7)$$

### e. Metode Decomposition

Metode ini didasarkan pada kenyataan bahwa fluktuasi demand yang telah terjadi itu akan berulang kembali dengan pola yang sama. Artinya, apabila suatu fluktuasi demand naik, maka pada waktu mendatang pola yang terbentuk akan naik juga. Begitu juga sebaliknya, apabila fluktuasi demand turun, maka pada waktu mendatang pola yang akan terbentuk juga turun. Apabila fluktuasi demand tidak teratur maka di waktu mendatang fluktuasi yang terbentuk juga tidak teratur. Menurut Hanke dan Wichren (2009), untuk meramalkan menggunakan metode Decomposition terbagi dalam 4 pola perubahan yaitu trend, cyclical, seasonal, dan irregular. Dalam pembahasan model Decompositoin Addtive ditunjukkan sebagai berikut:

### Manajemen Persediaan

Menurut Baroto (2002, p.52), persediaan didefinisikan sebagai bahan mentah, barang dalam proses (work in process), barang jadi, bahan pembantu, bahan pelengkap, komponen yang disimpan untuk mengantisipasi terhadap pemenuhan permintaan. Apabila perusahaan terlalu banyak menaruh persediaan, menyebabkan biaya penyimpanan berlebihan. Sebaliknya apabila perusahaan menaruh persediaan terlalu sedikit menyebabkan biaya pengadaan darurat akan lebih mahal. Persediaan yang cukup berperan penting untuk perusahaan agar dapat memenuhi permintaan di masa mendatang. Perusahaan harus melakukan perencanaan dan pengendalian persediaan pada tingkat yang optimal.

Menurut Tersine (1994, p.218), biaya stouckout juga bisa habis. Biaya stockout tiap pengeluaran biaya dengan jumlah yang tetap dapat terjadi paling banyak sekali selama siklus pemenuhan. Peristiwa stockout dapat terjadi hanya sekali tiap periode waktu, biaya stockout tidak bergantung pada besar atau lamanya kehabisan perediaan. Salah satu interpretasi yang mungkin adalah biaya tindakan pengimbang yang diperlukan untuk menghindari kekurangan yang akan datang.

Rumus berikut ini berlaku untuk distribusi berkelanjutan yaitu:

Expected annual safety stock = holding cost + stockout,

$$TC_s = SH + G \int_R^\infty f(M) dM \quad (8)$$

$$= H(B - \bar{M}) + \frac{GR P(M > B)}{Q}$$

Dimana:

B = reorder point (unit)

S = safety stock (unit)

H = biaya simpan (per tahun)

G = biaya backorder (per outage)

R = rata-rata permintaan (unit)

Q = order quantity (unit)

$\bar{M}$  = rata-rata lead time permintaan (unit)

f(M) = fungsi probabilitas permintaan lead time

## Linear Programming

Linear programming cocok untuk menentukan rencana agregat terbaik. Hanssman dan Hess (1960) dalam (Sippen & Bulfin, 1998) pertama merumuskan perencanaan agregat yang diformulasikan sebagai model pemrograman linier. Untuk memformulasikan model perencanaan dari bagian sebelumnya, terdapat beberapa notasi. Berikut adalah parameter yang digunakan.

T = panjang perencanaan, dalam periode

t = indeks periode, t = 1, 2, ..., T

$D_t$  = forecasted jumlah unit yang diminta pada periode t

$n_t$  = jumlah unit yang bisa dibuat oleh satu pekerja pada periode t

$C_t^P C_t^P$  = biaya untuk menghasilkan satu unit pada periode t

$C_t^W C_t^W$  = biaya satu pekerja dalam periode t

$C_t^H C_t^H$  = biaya untuk merekrut satu pekerja dalam periode t

$C_t^L C_t^L$  = biaya memberhentikan satu pekerja dalam periode t

$C_t^I C_t^I$  = biaya simpan satu unit di inventory dalam periode t

$C_t^B C_t^B$  = biaya backorder untuk satu unit dalam periode t

$P_t P_t$  = jumlah unit yang di produksi dalam periode t

$W_t W_t$  = jumlah pekerja yang tersedia dalam periode t

$H_t H_t$  = jumlah pekerja yang direkrut dalam periode t

$L_t L_t$  = jumlah pekerja yang di berhentikan dalam periode t

$B_t B_t$  = jumlah unit backorder pada akhir periode t

## Constraints

Constraints didefinisikan untuk model pemrograman linier yaitu: kapasitas, tenaga kerja, dan material. Melalui parameter, constraints menghubungkan variabel keputusan satu sama lain. Pertama ukuran tenaga kerja membatasi jumlah unit yang di produksi. Pada periode t memiliki  $W_t$  pekerja, yang masing-masing dapat menghasilkan  $n_t$  unit dalam periode tersebut. Hal ini dapat menghasilkan tidak lebih dari  $n_t W_t$  unit pada periode t. Secara matematis dapat dituliskan:

$$P_t \leq n_t W_t P_t \leq n_t W_t \quad t = 1, 2, \dots, T$$

Jumlah pekerja yang tersedia adalah fungsi dari jumlah dari berapa banyak pekerja yang direkrut dan diberhentikan.  $W_0$  menjadi jumlah awal pekerja, untuk periode selanjutnya menggunakan:

$$W_t = W_{t-1} + H_t - L_t \quad t = 1, 2, \dots, T$$

$$W_t = W_{t-1} + H_t - L_t$$

Akhirnya, hubungan antara unit yang dihasilkan dengan Net inventory adalah: Net inventory periode saat ini = net inventory periode akhir + produksi periode saat ini – permintaan periode saat ini.

Jika net inventory positif menandakan bahwa perusahaan memiliki persediaan secara fisik, namun jika negatif, berarti dalam posisi backorder. Persediaan bersih pada waktu t menjadi  $I_t - B_t$ . Antara  $I_t \geq 0$  atau  $B_t \geq 0$ , setidaknya salah satu dari persamaan tersebut pasti nol. Hubungan ini disebut, balance equation material dan inventory, yaitu:

$$I_t - B_t = I_{t-1} - B_{t-1} + P_t - D_t \quad t = 1, 2, \dots, T$$

$$I_t - B_t = I_{t-1} - B_{t-1} + P_t - D_t$$

Dimana  $I_0$  dan  $B_0$  adalah inventory awal dan backorder yang ada.

## Costs

Biaya untuk perencanaan apapun adalah jumlah dari biaya produksi, biaya perekrutan dan pemberhentian pekerja, biaya penyimpanan persediaan, serta biaya backorder selama semua periode. Biaya produksi adalah jumlah dari unit yang dihasilkan dikali biaya per unit untuk memproduksi dan biaya per pekerja dikali jumlah pekerja. Biaya produksi per unit yang tidak berubah dari

periode ke periode dapat dihapus melalui model. Total biaya untuk sebuah perencanaan adalah:

$$\sum_{t=1}^T (C_t^P P_t + C_t^W W_t + C_t^H H_t + C_t^L L_t + C_t^I I_t + C_t^B B_t)$$

### Model

Model linear programming dinyatakan sebagai berikut:  
Minimize:

$$\sum_{t=1}^T (C_t^P P_t + C_t^W W_t + C_t^H H_t + C_t^L L_t + C_t^I I_t + C_t^B B_t)$$

Subject to:

$$\begin{aligned} P_t &\leq n_t W_t, P_t \leq n_t W_t & t = 1, 2, \dots, T \\ W_t &= W_{t-1} + H_t - L_t \\ W_t &= W_{t-1} + H_t - L_t & t = 1, 2, \dots, T \\ I_t - B_t &= I_{t-1} - B_{t-1} + P_t - D_t \\ I_t - B_t &= I_{t-1} - B_{t-1} + P_t - D_t & t = 1, 2, \dots, T \\ P_t, W_t, H_t, L_t, I_t \\ P_t, W_t, H_t, L_t, I_t & & t = 1, 2, \dots, T \end{aligned}$$

### METODOLOGI PENELITIAN

Dalam langkah-langkah penelitian ini dijelaskan tahapan apa saja yang dilakukan oleh peneliti untuk menyelesaikan penelitian dimulai dari pengamatan awal, mengidentifikasi permasalahan di perusahaan, melakukan pengambilan data serta pengolahan data, hingga membuat kesimpulan dan saran. Berikut penjelasan dari langkah-langkah penelitian

#### Melakukan Pengamatan Awal

Pengamatan awal atau observasi ini dilakukan untuk mengetahui permasalahan yang ada pada perusahaan. Observasi yang dilakukan pertama dengan cara melihat proses keseluruhan pembuatan flute secara mendetail. Dengan dilakukan observasi awal ini dapat diketahui dengan jelas apa permasalahannya kemudian menetapkan tujuan dari penelitian ini.

#### Melakukan Perumusan Masalah

Pada tahap ini dilakukan perumusan masalah melalui informasi-informasi yang diperoleh melalui observasi awal terhadap parts process department section body process pada PT. X. Berdasarkan informasi yang diperoleh, dapat mengidentifikasi masalah terlebih dahulu lalu merumuskannya.

#### Menentukan Tujuan Penelitian

Setelah mengidentifikasi dan menetapkan

rumusan masalah, tahap selanjutnya adalah menentukan tujuan penelitian agar dapat mengarahkan dan menyelesaikan masalah dengan metode yang tepat. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan forecasting demand untuk masing-masing flute head, flute body, dan flute foot. Kemudian melakukan perencanaan produksi berdasarkan hasil forecasting demand agar dapat memenuhi permintaan sesuai dengan target waktu serta meminimumkan total biaya produksi di parts process department section body process pada PT. X.

#### Melakukan Studi Kepustakaan

Untuk membantu mencapai tujuan penelitian, maka digunakan beberapa literatur dan dasar teori yang relevan dengan permasalahan yang dihadapi. Studi kepustakaan ini dilakukan agar mendapatkan dasar teori yang diharapkan dapat membantu untuk memecahkan masalah.

#### Melakukan Pengumpulan Data

Untuk memecahkan masalah yang ada, diperlukan pengumpulan dari data-data yang dibutuhkan terkait dengan upaya perencanaan produksi di parts process department section body process alat musik flute pada PT. X. Adapun data yang dibutuhkan adalah data waktu standar dari proses produksi flute, jumlah operator dan mesin yang digunakan saat proses produksi, data historis demand serta berbagai data lainnya yang diperlukan dalam penelitian.

#### Melakukan Pengolahan Data

Setelah melakukan pengumpulan data dilakukan pengolahan data atau analisis data. Langkah-langkah yang dilakukan yaitu:

1. Melakukan perhitungan kapasitas
2. Melakukan forecasting demand untuk 6 bulan kedepan menggunakan bantuan software MiniTab.
3. Melakukan perhitungan safety stock untuk masing-masing jenis flute head, flute body, dan flute foot.
4. Membuat model matematis untuk perencanaan produksi dengan bantuan software Lingo 11.0.

Berdasarkan hasil perhitungan dapat diketahui berapa kapasitas yang digunakan di parts process department section body process alat musik flute pada PT. X. Kemudian, membuat perencanaan produksi untuk 6 bulan mendatang.

#### Menetapkan Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan analisis data dapat ditarik

suatu kesimpulan yang dapat menjawab tujuan penelitian ini, misal mengetahui apakah produksi di parts process department section body process alat musik flute telah mencapai memenuhi permintaan yang ada, mengukur kapasitas produksi yang dihasilkan di parts process department section body process alat musik flute, dan memberi usulan perbaikan perencanaan produksi. Berdasarkan hasil pengumpulan dan pengolahan data diharapkan dapat memberi masukan dan saran yang dapat dilakukan perusahaan untuk masa yang akan datang. Dengan demikian tujuan perusahaan untuk membuat perencanaan produksi yang tepat dapat tercapai.

## HASIL DAN ANALISIS

Bagian ini membahas hasil dan analisa dari kajian yang dibahas dalam paper. Hasil dan analisa dituliskan dalam bentuk narasi.

### Perhitungan output standar

Perhitungan output standar dilakukan untuk mengetahui operasi proses mana yang memiliki output terkecil. Kemudian waktu standar output terkecil tersebut digunakan untuk melakukan perencanaan produksi usulan. Pada tabel 1 adalah rekapitulasi data dari output standar dan waktu standar untuk tiap jenis flute head, flute body, dan flute foot.

### Peramalan

Untuk melakukan forecasting dibutuhkan data masa lalu. Data masa lalu tersebut di masukkan ke dalam software Minitab. Berikut adalah langkah-langkah untuk melakukan forecasting:

**Tabel 1.** Rekapitulasi output standar dan waktu standar

Flute	Output standar (unit/jam)	Waktu standar (menit)
Head 2XX	23	5,148
Head PLU	23	5,148
Head Ucon	23	5,148
Head LRS	23	5,148
Head SL	23	5,148
Body 28X	36	3,294
Body 2XX	33	3,551
Body 4XX	33	3,551
Body 48X	36	3,294
Foot H-2XX	51	2,326
Foot C-2XX	88	1,354
Foot C-4XX	88	1,354
Foot H-4XX	51	2,326

1. Menginputkan data masa lalu ke dalam Minitab.
2. Memilih seasonal length yang akan digunakan dengan membuat time series plot data masa lalu. Terpilih seasonal length 3 dan 6.
3. Menentukan metode yang akan digunakan, terpilih metode decomposition multiplicative dan decomposition additive.
4. Melakukan peramalan dengan metode yang ditentukan dengan seasonal length yang telah ditentukan.
5. Memilih metode peramalan terpilih berdasarkan MSD terkecil.

Berikut adalah Tabel II yang berisi data permintaan yang digunakan untuk melakukan peramalan.

Software yang digunakan dalam meramalkan permintaan adalah Minitab. Model yang cocok untuk pola musiman adalah decomposition multiplicative dan decomposition additive. Setelah mencoba dengan semua metode dan seasonal length yang sesuai, didapatkan nilai MSD yang terkecil, yaitu decomposition additive dengan seasonal length adalah 6 bulan. Tabel berikut ini menampilkan MSD dari semua trial yang dilakukan pada flute head, flute body, dan flute foot, sehingga terpilih metode yang tepat. Tabel III berikut ini menunjukkan metode peramalan yang terpilih untuk flute head:

**Tabel 2.** Permintaan masa lalu flute head, flute body, flute foot

Bulan	Flute Head (unit)	Flute Body (unit)	Flute Foot (unit)
Apr-16	7514	7514	7514
Mei-16	8747	8747	8747
Jun-16	6202	6202	6202
Jul-16	8207	8207	8207
Agust-16	8913	8913	8913
Sep-16	7773	7773	7773
Okt-16	8374	8374	8374
Nop-16	8070	8070	8070
Des-16	7064	7064	7064
Jan-17	8771	8771	8771
Feb-17	7674	7674	7674
Mar-17	8376	8376	8376
Apr-17	8600	8180	7980
Mei-17	9830	8940	9000
Jun-17	6720	6580	6290
Jul-17	8820	9270	9750
Agust-17	9470	9470	8970
Sep-17	8000	7900	7750

**Tabel 3.** Metode peramalan terpilih flute head

Jenis	Metode Peramalan		MSD (unit/ bulan) <sup>2</sup>
	Nama Metode	Seasonal Length	
Flute Head	Decomposition Multiplicative	3	462788
	Decomposition Additive	3	457983
	Decomposition Multiplicative	6	294965
	Decomposition Additive	6	294598

**Tabel 4.** Metode peramalan terpilih flute body

Jenis	Metode Peramalan		MSD (unit/ bulan) <sup>2</sup>
	Nama Metode	Seasonal Length	
Flute Body	Decomposition Multiplicative	3	426494
	Decomposition Additive	3	424046
	Decomposition Multiplicative	6	241219
	Decomposition Additive	6	240701

**Tabel 5.** Metode peramalan terpilih flute foot

Jenis	Metode Peramalan		MSD (unit/ bulan) <sup>2</sup>
	Nama Metode	Seasonal Length	
Flute Foot	Decomposition Multiplicative	3	470103
	Decomposition Additive	3	468141
	Decomposition Multiplicative	6	249684
	Decomposition Additive	6	249383

Tabel 4 menunjukkan metode peramalan yang terpilih untuk flute body. Tabel 5 menunjukkan metode peramalan yang terpilih untuk flute foot.

Setelah menentukan metode peramalan yang lebih baik ditinjau dari nilai MSD terkecil, hasil peramalan dari metode tersebut baru dapat diambil. Tabel VI berikut ini merupakan hasil peramalan jenis produk flute head, flute body dan flute foot dengan menggunakan model peramalan decomposition additive dengan seasonal length adalah 6 bulan. bentuk narasi dan bukan bukan dalam bentuk bullet ataupun numeral.

**Tabel 6.** Hasil peramalan flute head, flute body, dan flute foot

Bulan	Flute head (unit)	Flute body (unit)	Flute foot (unit)
Okt-17	8424	8296	8194
Nop-17	8839	8457	8486
Des-17	6748	6745	6626
Jan-18	8630	8628	8619
Feb-18	8345	8397	8393
Mar-18	8059	8154	8160

**Tabel 7.** Hasil peramalan flute head dengan perhitungan persentase cacat

Bulan	Hasil peramalan flute head (unit)				
	2XX	PLU	LRS	SL	Ucon
Okt-17	5148	937	1405	1404	469
Nop-17	5402	983	1474	1473	492
Des-17	4124	750	1126	1125	376
Jan-18	5274	959	1439	1438	480
Feb-18	5099	928	1392	1390	465
Mar-18	4925	896	1344	1343	448

**Tabel 8.** Hasil peramalan flute body dengan perhitungan persentase cacat

Bulan	Hasil peramalan flute body (unit)			
	48X	28X	2XX	4XX
Okt-17	460	462	7374	923
Nop-17	469	470	7517	940
Des-17	375	376	5996	750
Jan-18	479	480	7669	959
Feb-18	466	467	7464	934
Mar-18	453	454	7248	907

Tabel 6 merupakan rekapitulasi peramalan permintaan flute head, flute body, dan flute foot tiap jenis untuk 6 bulan mendatang. Setelah parts process department section body process masih terdapat department lain harus dilewati untuk memproses flute head, flute body dan flute foot untuk menjadi finished good. Untuk itu hasil peramalan produk jadi di turunkan ke komponen dengan memperhitungkan persentase cacat pada department lain setelah parts process department section body process. Berdasarkan informasi perusahaan, persentase cacat tersebut sebesar 10%. Selain itu perusahaan juga memberi persentase produk untuk masing-masing jenis flute head, flute body, dan flute foot.

Tabel 7 menunjukkan rekapitulasi hasil peramalan flute head dengan memperhitungkan persentase cacat. Tabel 8 yang menunjukkan rekapitulasi hasil peramalan flute body dengan memperhitungkan persentase cacat. Pada Tabel 9 yang menunjukkan rekapitulasi hasil peramalan flute foot dengan memperhitungkan persentase cacat.

**Tabel 9.** Hasil peramalan flute foot dengan perhitungan persentase cacat

Bulan	Hasil peramalan flute foot (unit)			
	2XX	4XX	H2XX	H4XX
Okt-17	7284	912	456	456
Nop-17	7543	944	473	473
Des-17	5889	737	369	369
Jan-18	7662	958	479	479
Feb-18	7460	934	467	406
Mar-18	7254	907	454	454

**Perhitungan safety stock**

Safety stock merupakan ekstra inventory produk yang disimpan untuk mengantisipasi terjadinya kekurangan karena adanya fluktuasi permintaan yang terjadi secara random. Safety stock berfungsi untuk mengatasi terjadinya kekurangan dalam pemenuhan permintaan yang diakibatkan karena keterlambatan perusahaan dalam memproduksi produk atau jumlah permintaan lebih banyak dari perkiraan. Dalam pembahasan safety stock, diambil contoh jenis produk flute head. Berdasarkan informasi perusahaan, tingkat pelayanan per unit permintaan (SLu) adalah sebesar 0,90. Hasil perhitungan safety stock dilakukan untuk tiap jenis flute head, flute body dan flute foot sebesar 0 unit.

**Tabel 10.** Rekapitulasi harga pokok produksi tiap jenis produk

Jenis produk	HPP (Rp/unit)
<i>Flute head 2XX</i>	Rp143.864
<i>Flute head PLU</i>	Rp267.333
<i>Flute head LRS</i>	Rp381.929
<i>Flute head SL</i>	Rp250.133
<i>Flute head UCON</i>	Rp926.697
<i>Flute body 48X</i>	Rp144.082
<i>Flute body 28X</i>	Rp935.700
<i>Flute body 2XX</i>	Rp144.249
<i>Flute body 4XX</i>	Rp928.351
<i>Flute foot 2XX</i>	Rp77.162
<i>Flute foot 4XX</i>	Rp393.022
<i>Flute foot H2XX</i>	Rp84.576
<i>Flute foot H4XX</i>	Rp494.171

**Tabel 11.** Rekapitulasi harga pokok produksi saat lembur tiap jenis produk

Jenis Produk	HPP lembur (Rp/unit)
<i>Flute head 2XX</i>	Rp148.154
<i>Flute head PLU</i>	Rp271.623
<i>Flute head LRS</i>	Rp386.219
<i>Flute head SL</i>	Rp254.423
<i>Flute head UCON</i>	Rp930.988
<i>Flute body 48x</i>	Rp146.498
<i>Flute body 28x</i>	Rp938.116
<i>Flute body 2xx</i>	Rp146.853
<i>Flute body 4xx</i>	Rp930.955
<i>Flute foot 2XX</i>	Rp78.155
<i>Flute foot 4XX</i>	Rp394.015
<i>Flute foot H2XX</i>	Rp86.282
<i>Flute foot H4XX</i>	Rp495.876

**Perhitungan harga pokok produksi**

Harga pokok produksi didapat dari total manufacturing cost dan total non manufacturing cost, dengan asumsi 1 dollar = Rp. 14.175. Tabel X berikut ini berisi harga pokok produksi dari tiap jenis flute head, flute body, dan flute foot dalam dollar yang dikonversikan ke dalam rupiah.

Untuk perhitungan harga pokok produksi saat jam lembur berbeda dengan harga pokok produksi sebenarnya, karena lembur adalah jam kerja tambahan diluar shift pagi dan shift malam. Berdasarkan informasi perusahaan diketahui biaya lembur perjam tiap operator adalah sebesar Rp.50.000. Kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui harga pokok produksi saat lembur tiap unitnya. Pada Tabel 11 berisi rekapitulasi harga pokok produksi tiap jenis produk flute head, flute body, dan flute foot.

**Perhitungan biaya simpan**

Biaya simpan suatu produk dianggap sama, tidak dibedakan produk tersebut di produksi di shift pagi, shift malam, ataupun overtime, karena saat suatu produk masuk ke penyimpanan tidak ada perbedaan biaya simpan tiap shift, sehingga biaya simpan dihitung menggunakan biaya simpan dimana produk tersebut diproduksi di regular time. Adanya inventory untuk masing-masing jenis produk menyebabkan adanya biaya simpan. Asumsi bunga deposito melalui internet sebesar 5,25% per tahun. Bunga deposito bank ini diperoleh dari sumber internet yang diakses pada tanggal 2 April 2018 kemudian ditambahkan dengan persentase biaya listrik yang digunakan (<https://www.bca.co.id/id/individu/sarana/Kurs-dan-Suku-Bunga/Suku-Bunga-Simpanan>). Persentase biaya utilitas diperoleh dari biaya listrik yang dikeluarkan dalam

penyimpanan dibagi dengan total harga produksi setiap produk yang ada dalam penyimpanan. Biaya listrik penyimpanan perusahaan diperoleh dari hasil wawancara dengan bapak Prawoto selaku manajer produksi yaitu sebesar Rp5.236.112 per tahun. Total harga produksi setiap produk yang ada dalam penyimpanan didapatkan dari stock akhir produk dikali dengan harga pokok produksi produk. Total harga produksi produk flute head, flute body, dan flute foot yang disimpan sebesar Rp116.358.051.

Berikut ini adalah perhitungan fraksi simpan per tahun:

Bunga deposito bank per tahun = 5,25%

Persentase biaya utilitas =

$(Rp5.236.112 : Rp116.358.051) \times 100\% = 4,5\%$

Total biaya fraksi simpan didapatkan dari persentase bunga deposito bank pertahun ditambahkan dengan persentase biaya utilitas sebesar 9,75%. Kemudian dilakukan perhitungan biaya simpan. Tabel 12 berisi rekapitulasi hasil dari perhitungan biaya simpan untuk tiap jenis produk flute head, flute body, dan flute foot.

### Perencanaan Produksi Perusahaan

Berikut ini merupakan rekapitulasi total biaya untuk tiap jenis flute head, flute body, dan flute foot selama bulan Oktober 2017 hingga Maret 2018. Tabel XIII menunjukkan rekapitulasi biaya produksi dan biaya simpan untuk flute head.

**Tabel 12.** Rekapitulasi biaya simpan tiap jenis produk

Jenis Produk	Biaya simpan (Rp/unit)
Flute head 2XX	Rp14.027
Flute head PLU	Rp26.065
Flute head LRS	Rp37.238
Flute head SL	Rp24.388
Flute head UCON	Rp90.353
Flute body 48X	Rp14.048
Flute body 28X	Rp91.231
Flute body 2XX	Rp14.064
Flute body 4XX	Rp90.514
Flute foot 2XX	Rp7.523
Flute foot 4XX	Rp38.320
Flute foot H2XX	Rp8.246
Flute foot H4XX	Rp48.182

**Tabel 13.** Rekapitulasi biaya produksi dan biaya simpan flute head

Bulan	Biaya produksi flute head	Biaya simpan flute head
Okt-17	Rp2.158.262.918	Rp15.256.801
Nop-17	Rp2.123.394.858	Rp15.566.605
Des-17	Rp1.865.325.264	Rp15.346.480
Jan-18	Rp2.739.713.681	Rp16.309.790
Feb-18	Rp2.092.567.451	Rp16.048.259
Mar-18	Rp2.331.020.719	Rp17.535.303

**Tabel 14.** Rekapitulasi biaya produksi dan biaya simpan flute body

Bulan	Biaya produksi flute body	Biaya simpan flute body
Okt-17	Rp2.263.385.875	Rp30.875.976
Nop-17	Rp2.165.967.317	Rp28.522.324
Des-17	Rp1.906.761.717	Rp25.965.644
Jan-18	Rp2.506.858.057	Rp21.419.876
Feb-18	Rp2.071.566.805	Rp7.046.207
Mar-18	Rp2.239.389.937	Rp9.147.809

**Tabel 15.** Rekapitulasi biaya produksi dan biaya simpan flute foot

Bulan	Biaya produksi flute foot	Biaya simpan flute foot
Okt-17	Rp1.108.926.298	Rp24.209.150
Nop-17	Rp1.068.346.485	Rp24.209.150
Des-17	Rp903.575.026	Rp24.561.096
Jan-18	Rp1.200.915.027	Rp18.955.326
Feb-18	Rp1.000.762.523	Rp9.071.172
Mar-18	Rp1.073.545.251	Rp8.057.413

Tabel 14 menunjukkan rekapitulasi biaya produksi dan biaya simpan untuk flute body. Tabel XV menunjukkan rekapitulasi biaya produksi dan biaya simpan untuk flute foot.

### Metode perencanaan produksi usulan

Berikut ini adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam perencanaan produksi usulan untuk PT. X:

1. Menentukan besarnya permintaan selama 6 bulan mulai bulan Oktober 2017 hingga Maret 2018 dengan menggunakan bantuan software Minitab.
2. Menentukan besarnya safety stock.
3. Membangun model matematis untuk perencanaan produksi.

4. Melakukan perencanaan produksi usulan dengan menggunakan bantuan software optimasi yaitu Lingo 11.0. Output dari perencanaan produksi usulan ini adalah, perencanaan produksi produk tiap shift per bulan, dan inventory akhir

Model perencanaan produksi untuk multiproduk ini menggunakan regular time dan overtime, permintaan produk dipenuhi di hasil produksi dan inventory yang ada. Dimana jumlah produksi lebih besar dari permintaan pada periode tersebut, kemudian sisa produk disimpan untuk digunakan pada periode berikutnya. Pada model matematis yang dibuat, index  $t$  merupakan periode shift yang menunjukkan dalam satu bulan hasil produksi didapatkan dari 3 shift, semisal  $t = 5$  merupakan shift malam dalam bulan ke-2 dan begitu seterusnya. Untuk index  $b$  merupakan index yang menunjukkan bulan ke  $b$ , semisal bulan ke-1, ke-2 dan begitu seterusnya. Dalam pembahasan ini, diambil contoh produk flute head yang ada 5 jenis yang digunakan untuk melakukan perencanaan produksi usulan dengan model matematis yang diselesaikan dengan software Lingo. Berikut ini merupakan contoh model matematis dalam perencanaan produksi usulan yang dibuat untuk flute head.

Index:

- W = waktu standar  
 D = demand  
 I = inventory  
 HPP = harga pokok produksi  
 X = hasil produksi  
 Z = bilangan biner  
 K = kapasitas produksi  
 b = bulan ( $b = 1, 2, 3, \dots, B$ )  
 p = produk ( $p = 1, 2, 3, \dots, P$ )  
 t = periode shift 1, shift 2, shift 3  
 Shift 1 :  $t = 1, 4, 7, \dots, S1$   
 Shift 2 :  $t = 2, 5, 8, \dots, S2$   
 Shift 3 :  $t = 3, 6, 9, \dots, S3$

Parameter:

- HPP<sub>pt</sub> = harga pokok produksi untuk produk p pada periode t  
 CH<sub>p</sub> = biaya simpan produk p  
 PM<sub>p</sub> = minimum produk jenis p yang dihasilkan  
 S<sub>p</sub> = safety stock produk jenis p  
 Wp = waktu standar produk p  
 K<sub>t</sub> = kapasitas produksi di periode t  
 I<sub>pb</sub> = inventory produk p pada bulan b  
 D<sub>pb</sub> = Permintaan produk p pada bulan b

Decision Variable:

X<sub>pt</sub> = hasil produksi produk p pada periode t

I<sub>pb</sub> = inventory produk jenis p untuk bulan b

Z<sub>pt</sub> = bilangan biner untuk menunjukkan keputusan hasil produksi pada X<sub>pt</sub>

Objective function:

Meminimasi total biaya yang terdiri dari biaya produksi dan biaya simpan produk p pada periode t

$$\text{Min. TC} = \sum_{p=1}^b \sum_{t=1}^{18} (HPP_{pt} X_{pt}) + \sum_{p=1}^b \sum_{b=1}^b (CH_p I_{pb})$$

Constraint:

Constraint untuk batasan maksimum kapasitas produksi untuk produk p di masing-masing periode t

$$\sum_{p=1}^5 (W_p X_{pt}) \leq K_t ; \forall t$$

Constraint untuk pemenuhan permintaan yang diperoleh dari hasil produksi dan inventory

$$I_{p(b-1)} + \sum_{t=3(b-1)+1}^{3b} X_{pt} \geq D_{pb} ; \forall p, b$$

Constraint yang menjamin minimum stock, sehingga inventory pada produk p di bulan b lebih besar dari safety stock produk p

$$I_{pb} \geq SS_p ; \forall p$$

Constraint yang menjamin keseimbangan inventory

$$I_{pb-1} + \sum_{t=1}^3 (X_{pbt} - D_{pb}) = I_{pb} ; \forall p, b$$

Constraint yang menjamin untuk memprioritaskan hasil produksi terlebih dahulu dikerjakan di regular time

$$X_{pt} \geq PM_p Z_{pt} ; \forall p, t$$

$$X_{pt} \leq K_t Z_{pt} ; \forall p, t$$

$$Z_{pt} \in \{0,1\} ; \forall p, t$$

Kesimpulannya, total biaya yang dikeluarkan PT. YMPI di parts process department section body process pada flute head, flute body dan flute foot apabila menggunakan metode usu-

lan adalah Rp34.705.517.257.

### **Analisis perbandingan perencanaan produksi perusahaan dan usulan**

Perencanaan produksi menggunakan metode perusahaan dan metode usulan mempunyai selisih biaya. Selisih biaya tersebut terdapat pada biaya jam lembur di parts process department section body process khusus alat musik flute yang dihasilkan metode usulan lebih sedikit daripada metode perusahaan. Sedangkan untuk biaya simpan, metode usulan menghasilkan biaya yang lebih tinggi. Meskipun demikian, total biaya metode usulan lebih menghemat biaya dibandingkan metode perusahaan. Perencanaan produksi usulan dapat mengatur hasil produksi sesuai dengan kapasitas dan memenuhi permintaan dengan tepat.

Total biaya yang dihasilkan mulai bulan Oktober 2017 hingga bulan Maret 2018 dengan menggunakan metode usulan lebih sedikit dibandingkan dengan metode perusahaan. Apabila perusahaan menerapkan metode usulan maka total biaya yang dikeluarkan untuk perencanaan produksi di parts process department section body process khusus alat musik flute selama 6 bulan mulai Oktober 2017 hingga Maret 2018 akan menghemat biaya sebesar 0,22% yaitu Rp79.506.783.

### **SIMPULAN**

Setelah dilakukan penelitian tentang perencanaan produksi di parts process department section body process khusus alat musik flute, maka terdapat kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini. Pertama adalah forecasting terhadap permintaan dilakukan dahulu untuk memperkirakan permintaan yang akan datang, sehingga permintaan dapat terpenuhi

dengan tepat. Forecasting tersebut digunakan sebagai dasar untuk melakukan perencanaan produksi agar dapat memenuhi permintaan sesuai dengan target waktu serta meminimumkan total biaya produksi. Metode peramalan permintaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Decomposition Additive. Alasan penggunaan metode peramalan ini adalah pada saat pengecekan pola data, grafik menunjukkan untuk pola musiman. Software yang digunakan untuk meramalkan permintaan ini adalah Minitab. Pada metode peramalan untuk flute head, flute body dan flute foot, menggunakan seasonal length 6 bulan.

Yang kedua adalah tentang perencanaan produksi. Dari segi total biaya keseluruhan, metode usulan menghasilkan biaya lebih sedikit dibandingkan dengan metode perusahaan. Total biaya metode perusahaan sebesar Rp35.766.639.589, sedangkan total biaya metode usulan sebesar Rp35.687.132.806. Apabila perusahaan menerapkan metode usulan, perusahaan akan menghemat pengeluaran sebesar 0,22% yaitu Rp79.506.783 dari total biaya semula. Dari segi selisih antara jumlah produksi, perencanaan produksi usulan lebih sedikit dibandingkan perencanaan produksi perusahaan. Jumlah produksi pada perencanaan produksi usulan lebih dekat dengan permintaan, karena fungsi perencanaan produksi usulan adalah untuk menyeimbangkan jumlah yang diproduksi dengan kapasitas yang dimiliki agar dapat memenuhi permintaan dengan tepat. Selain itu, selisih jumlah produksi usulan disebabkan karena faktor peramalan yang dilakukan lebih tepat. Meskipun biaya simpan yang dihasilkan metode usulan lebih tinggi, tidak sebanding dengan penghematan dari biaya produksi metode usulan.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- |  |   |
|--|---|
| <p>Baroto, T. (2002). Perencanaan dan Pengendalian Produksi. Jakarta: GHALIA INDONESIA.</p> <p>Hanke, J. E., &amp; Wichern, D. W. (2009). Business Forecasting Ninth Edition. New Jersey: Pearson Education.</p> <p>Kusuma, H. (2009). Manajemen Produksi: Perencanaan &amp; Pengendalian Produksi. Bandung: Penerbit ANDI Yogyakarta.</p> | <p>Sipper, D., &amp; Bulfin, R. L. (1998). Production: Planning, Control, and Integration. Singapore: The McGraw-Hill Companies, Inc.</p> <p>Tersine, R. J. (1994). Principles of Inventory and Materials Management. New Jersey: Prentice-Hall Internasional, Inc.</p> <p>Wignjosoebroto, S. (2003). Pengantar Teknik &amp; Manajemen Industri. Surabaya: Penerbit Guna Widya.</p> |
|--|---|

ISSN 0216 - 9495 (CETAK)  
ISSN 2502 - 5325 (ONLINE)

# REKAYASA

---

## JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI

Alamat Redaksi:  
Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat  
Universitas Trunojoyo Madura  
Jl. Raya Telang - Kamal, Bangkalan 69162  
Telp. 031-3012391, 3011146 Fax. 031-301-3012391  
Laman: <http://journal.trunojoyo.ac.id/rekayasa>  
Posel: [rekayasa@trunojoyo.ac.id](mailto:rekayasa@trunojoyo.ac.id)



# REKAYASA

ISSN: 0216-3525 (Cetak) ISSN: 2502-5325 (Elektronik)

DOI: 10.21107/rekayasa

Berdasarkan Keputusan Dirjen Risbang Kemenristekdikti

Nomor: 23/E/KPT/2019 tanggal 8 Agustus 2019

Berlaku sejak Rekayasa Vol 12 No 1, April 2019 sampai Vol 16 No 2, Oktober 2023

Rekayasa (E-ISSN: 2502-5325) Terakreditasi Peringkat 3

**REKAYASA** adalah jurnal sains dan teknologi yang diterbitkan oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Trunojoyo Madura. Terbit dua kali dalam satu tahun (April dan Oktober). **REKAYASA** merupakan media publikasi ilmiah bagi para peneliti dan praktisi sebagai media publikasi hasil-hasil karya penelitian, hasil pemikiran dan teknologi terapan. Redaksi menerima tulisan yang belum pernah diterbitkan atau tidak sedang dalam proses terbit di jurnal ilmiah lain. Pedoman penulisan naskah bagi calon penulis **REKAYASA** terdapat pada bagian belakang jurnal ini. Naskah yang diterima Redaksi akan dievaluasi oleh Dewan Redaksi dan direview oleh Mitra Bebestari (*Reviewer*) dengan metode *blind peer review*. Redaksi berhak menyunting tulisan yang diterima tanpa bermaksud merubah substansinya.

## SUSUNAN DEWAN REDAKSI

### Redaktur

Dr. Zainul Hidayah, S.Pi., M.App.Sc.

### Penyunting

Dr. Mohammad Fuad Fauzul Mu'tamar, S.TP., M.Si.

Fatimatul Munawaroh, S.S.i., M.Si

Firmansyah Adiputra, S.T., M.C.s

Faikul Umam, SKom. M.T.

M. Imron Mustajib, ST. MT

Ir. Didik Trisbiantoro, MP.

Ana Fauziah, S.Si, M.Si.

### Tata Usaha

Ahmad Besuni, SH.

Alfian Qomaruddin, S.Kom.

### Alamat Redaksi

Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat

Gedung Graha Utama Lt.1

Universitas Trunojoyo Madura

Jl. Raya Telang, Kamal - Bangkalan 69162

Telpon: 031-3012391, Fax : 031-3012391

Laman: <http://journal.trunojoyo.ac.id/rekayasa>

Posel: [rekayasa@trunojoyo.ac.id](mailto:rekayasa@trunojoyo.ac.id)

## SERTIFIKAT AKREDITASI REKAYASA

# SERTIFIKAT

Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan,  
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi



Kutipan dari Keputusan Direktur Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan,  
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia  
Nomor: 23/E/KPT/2019  
Tentang Hasil Akreditasi Jurnal Ilmiah Periode 4 Tahun 2019

**Rekayasa**

**E-ISSN: 25025325**

**Penerbit: Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Trunojoyo  
Madura**

**Ditetapkan sebagai Jurnal Ilmiah**

### TERAKREDITASI PERINGKAT 3

Akreditasi berlaku selama 5 (lima) tahun, yaitu  
Volume 12 Nomor 1 Tahun 2019 sampai Volume 16 Nomor 1 Tahun 2023

Jakarta, 08 Agustus 2019

Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan



**Dr. Muhammad Dimiyati**  
NIP. 195912171984021001



**Daftar Isi**  
**REKAYASA**, 12(1)2019  
ISSN: 0216-3525 (Cetak) ISSN: 2502-5325 (Online)

---

<b>Analisis Kadar Magnesium dan Kalium pada Garam Rich Minerals .....</b>	<b>1-4</b>
<i>Ary Giri Dwi Kartika, Wiwit Sri Werdi Pratiwi, Novi Indriawati, Onie Wiwid Jayanthi</i>	
DOI: <a href="http://dx.doi.org/10.21107/rekayasa.v12i1.5094">http://dx.doi.org/10.21107/rekayasa.v12i1.5094</a>	
<b>Perencanaan Produksi Proses Pembuatan Alat Musik Flute .....</b>	<b>5-17</b>
<i>Azizah Al Habshe, Indri Hapsari, Amelia Santoso</i>	
DOI: <a href="http://dx.doi.org/10.21107/rekayasa.v12i1.4565">http://dx.doi.org/10.21107/rekayasa.v12i1.4565</a>	
<b>Seleksi Satu Tongkol Satu Baris (Ear to Row Selection) pada Tanaman Jagung (Zea mays L.) .....</b>	<b>18-23</b>
<i>Achmad Amzeri</i>	
DOI: <a href="http://dx.doi.org/10.21107/rekayasa.v12i1.5228">http://dx.doi.org/10.21107/rekayasa.v12i1.5228</a>	
<b>Dampak Pemutihan Karang Keras pada Komunitas Ikan Karang dan Makrozoobenthos di Wilayah Perairan Tejakula, Buleleng, Bali .....</b>	<b>24-29</b>
<i>Elok Faiqoh, I Wayan Gede Astawa Karang, Dwi Budi Wiyanto</i>	
DOI: <a href="http://dx.doi.org/10.21107/rekayasa.v12i1.5290">http://dx.doi.org/10.21107/rekayasa.v12i1.5290</a>	
<b>Analisa Rantai Pasok Komoditas Tembakau Madura .....</b>	<b>30-35</b>
<i>Faikul Umam</i>	
DOI: <a href="http://dx.doi.org/10.21107/rekayasa.v12i1.5298">http://dx.doi.org/10.21107/rekayasa.v12i1.5298</a>	
<b>Pengendalian Otomatis Cooling Water System pada Proses Pendinginan Turbin Gas .....</b>	<b>36-42</b>
<i>Ili Munadhif, Noorman Rinato, Muhammad Afiqi</i>	
DOI: <a href="http://dx.doi.org/10.21107/rekayasa.v12i1.4389">http://dx.doi.org/10.21107/rekayasa.v12i1.4389</a>	
<b>Studi Viabilitas Serbuk Sari Pada Salak Bangkalan .....</b>	<b>43-48</b>
<i>Eko Setiawan</i>	
DOI: <a href="http://dx.doi.org/10.21107/rekayasa.v12i1.5299">http://dx.doi.org/10.21107/rekayasa.v12i1.5299</a>	
<b>Pedamuk Menciptakan Lingkungan Sekolah Berkualitas Menuju Revolusi Industri 4.0 .....</b>	<b>49-58</b>
<i>Deny Nusyirwan, Muhammad Bayu Purnama</i>	
DOI: <a href="http://dx.doi.org/10.21107/rekayasa.v12i1.5105">http://dx.doi.org/10.21107/rekayasa.v12i1.5105</a>	
<b>Rancangan dan Kinerja Teknis Mesin Parut Singkong Tipe Silinder Bertenaga Motor Bakar .....</b>	<b>59-65</b>
<i>Wilson Palelingan Aman, Darma, Mathelda K. Roreng, Sardi</i>	
DOI: <a href="http://dx.doi.org/10.21107/rekayasa.v12i1.5101">http://dx.doi.org/10.21107/rekayasa.v12i1.5101</a>	
<b>Analisa Kecacatan Produk Baling-Baling Blower pada Proses Chasting Menggunakan Metode Seven Tools di CV. Anugerah Abadi .....</b>	<b>66-70</b>
<i>Sofyanurriyanti</i>	
DOI: <a href="http://dx.doi.org/10.21107/rekayasa.v12i1.5310">http://dx.doi.org/10.21107/rekayasa.v12i1.5310</a>	
<b>Aplikasi Prediksi Harga Emas dan Administrasi Toko Perhiasan Berbasis PHP dan Scan QR-Code Menggunakan Metode Regresi Linear Sederhana .....</b>	<b>71-74</b>
<i>Sigit Riyadi, Rizki Liantini</i>	
DOI: <a href="http://dx.doi.org/10.21107/rekayasa.v12i1.4553">http://dx.doi.org/10.21107/rekayasa.v12i1.4553</a>	
<b>Evaluasi Sarana Produksi Pangan Industri Tahu di UD Sumber Makmur .....</b>	<b>75-77</b>
<i>Arinda Venska Nazalina, Iffan Maflahah, Muh. Fakhry</i>	
DOI: <a href="http://dx.doi.org/10.21107/rekayasa.v12i1.5311">http://dx.doi.org/10.21107/rekayasa.v12i1.5311</a>	