

PERENCANAAN DAN PENJADWALAN PRODUKSI YANG OPTIMAL SEPEDA MOTOR VIAR KARYA 150 DENGAN PENDEKATAN PROGRAMASI DINAMIS DI PT TRIANGLE MOTORINDO SEMARANG

¹Enty Nur Hayati ²Agus Setiawan ³Moehamad Aman

^{1,2}Program Studi Teknik Industri Universitas Stikubank (UNISBANK)

³Program Studi Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Magelang

Email : moehamad_aman@ummgl.ac.id

Abstrak

PT Triangle Motorindo merupakan industri manufaktur yang memproduksi sepeda motor dengan merk VIAR yang berlokasi di Semarang, Jawa Tengah. Hasil produknya antara lain motor matic, motor sport dan motor roda tiga. Dalam memproduksi karaan tersebut sampai saat ini masih terdapat permasalahan dalam penjadwalan sehingga masih terjadi pembiayaan yang cukup besar. Perencanaan produksi harus dibuat secara cermat dengan memperhatikan berbagai aspek termasuk persediaan yang dimiliki oleh perusahaan. Penekanan biaya produksi dan persediaan diharapkan perusahaan akan memiliki keuntungan yang lebih besar di samping tetap mempertahankan kualitasnya. Penelitian ini menekankan pada penggunaan program dinamik untuk perencanaan dan penjadwalan produksi selama 12 periode mendatang agar total biaya untuk keseluruhan periode minimum. Metode yang digunakan dalam penyelesaian masalah ini adalah pendekatan program dinamis deterministic dengan rekursif maju, di mana state pada stage berikutnya sepenuhnya ditentukan oleh state dan keputusan pada stage ini. Penggunaan pendekatan ini didahului dengan Metode Peramalan untuk menentukan kapasitas produksi sesuai dengan permintaan pasar, sehingga dapat ditentukan perencanaan dan penjadwalan produksi selama 12 periode mendatang agar total biaya untuk keseluruhan periode minimum. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di PT Triangle Motorindo Semarang, maka diperoleh perencanaan dan penjadwalan produksi berturut-turut dari April 2014 sampai dengan Maret 2015 adalah 1660, 1702, 1744, 1787, 1828, 1871, 1913, 1956, 1998, 2039, 2082, dan 2124 unit dengan total biaya minimum yaitu sebesar Rp 429.105.600.000,00. Jumlah biaya produksi dan pengendalian persediaan ini lebih efisien dibandingkan dengan metode yang dilakukan perusahaan selama ini.

Kata kunci: peramalan, perencanaan, rekursif maju, penjadwalan, biaya

1. PENDAHULUAN

PT Triangle Motorindo merupakan industri manufaktur yang memproduksi sepeda motor dengan merk VIAR yang berlokasi di Semarang, Jawa Tengah. Hasil produknya antara lain motor *matic*, motor *sport* dan motor roda tiga. Produk yang dihasilkan mengarah ke segmen menengah ke bawah dengan harga jual lebih murah dibandingkan dengan sepeda motor buatan Jepang. Mesin motor didatangkan dari Taiwan dalam bentuk komponen kemudian dirakit di pabrik melalui perencanaan dan pengendalian produksi yang dilakukan oleh Departemen *Production Planning dan Inventory Control (PPIC)*.

Perencanaan produksi harus dibuat secara cermat dengan memperhatikan berbagai aspek-aspek termasuk persediaan yang dimiliki. Hal ini juga tidak bisa diabaikan oleh PT Triangle Motorindo, namun hingga sampai saat ini permasalahan tersebut masih menjadi persoalan dan terus dicari pemecahannya. Penekanan biaya produksi dan biaya persediaan diharapkan perusahaan akan memiliki keuntungan yang lebih besar di samping tetap mempertahankan kualitasnya. Melalui permasalahan tersebut penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan perencanaan dan penjadwalan produksi yang memberikan biaya produksi dan biaya persediaan yang optimal di PT Triangle Motorindo Semarang.

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk membuat perencanaan dan penjadwalan produksi selama 12 periode mendatang agar total biaya untuk keseluruhan periode minimum. Rentang waktu perencanaan dan penjadwalan produksi ini dilakukan untuk proses produksi bulan April 2014 sampai dengan Maret 2015, dengan melihat jumlah permintaan pasar selama beberapa periode sebelumnya.

2. METODOLOGI

2.1 Data Permintaan Produksi

Data produksi Sepeda Motor Karya 150 permintaannya sebagai berikut.

Tabel 1 Data Permintaan Sepeda Motor Karya 150

No	Bulan	Permintaan
1	April 2013	808
2	Mei	1200
3	Juni	1808
4	Juli	1400
5	Agustus	1355
6	September	985
7	Oktober	1200
8	Nopember	1450
9	Desember	1575
10	Januari 2014	1250
11	Februari	1750
12	Maret	1675

Sumber: Bagian Pemasaran PT Triangle Motorindo, 2013

2.2 Peramalan Permintaan Produksi

Peramalan dilakukan dengan tiga metode, yaitu *Simple Average*, *Moving Average* dan *Linear Regression*, didapatkan bahwa metode *Linear Regression* memberikan hasil kesalahan peramalan yang terkecil (MAPE) yaitu 15,42171, sehingga metode yang dipilih dengan menggunakan metode ini. Hasil peramalan permintaan berdasarkan metode *Linear Regression* untuk 12 periode ke depan sebagai berikut.

Tabel 2 Hasil Peramalan Permintaan

No	Bulan	Permintaan	Hasil Pembulatan
1	April 2014	1643,060	1643
2	Mei 2014	1684,865	1685
3	Juni 2014	1726,669	1727
4	Juli 2014	1768,473	1769
5	Agustus	1810,277	1810
6	September	1852,081	1852
7	Oktober	1893,885	1894
8	Nopember	1935,690	1936
9	Desember	1977,494	1978
10	Januari 2015	2019,298	2019
11	Februari	2061,102	2061
12	Maret	2102,906	2103

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2014

2.3 Pemodelan Matematis

Fungsi tujuan yang diinginkan adalah meminimalkan total biaya produksi selama 12 periode mendatang. Fungsi pembatasnya adalah bahwa jumlah produksi yang dilakukan tidak melebihi kapasitas gudang penyimpanan dan produksi akan dilakukan berdasarkan hasil peramalan yang diperoleh dari metode peramalan terbaik.

- a. Fungsi Tujuan

$$\text{Min } C = \sum_{n=1}^{12} (A \cdot X_n + B \cdot I_n)$$

Keterangan:

(1)

- A = biaya variabel produk
 B = biaya penunjang
 X_n = jumlah produksi pada periode ke-n
 I_n = banyaknya persediaan pada periode ke-n

- b. Fungsi Pembatas
 c. Jumlah produksi yang dilakukan tidak melebihi kapasitas produksi yang tersedia. Formulasi matematisnya : $I_n + S_n - G \leq X_n \leq I_n + S_n$
 d. Jumlah persediaan tidak melebihi kapasitas gudang penyimpanan. Kapasitas gudang penyimpanan untuk produk sepeda motor adalah 200 unit. Formulasi matematisnya adalah:

$$0 \leq I_n \leq G$$

$$0 \leq I_n \leq 200$$

maka diperoleh fungsi pembatasnya adalah sebagai berikut:

$$X_1 \geq 1660$$

$$X_1 + X_2 \geq 3362$$

$$X_1 + X_2 + X_3 \geq 5106$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \geq 6893$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 \geq 8721$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 \geq 10592$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 \geq 12505$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 \geq 14461$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 \geq 16459$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} \geq 18498$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} \geq 20580$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} \geq 22704$$

$$I_n \leq 200, n = 1, 2, 3, \dots, 12$$

$$I_n = I_{n-1} + X_n - S_n$$

$$I_n \geq 0 \text{ dan } X_n \geq 0$$

2.4 Perencanaan dan Penjadwalan Produksi

Perencanaan produksi dan penjadwalan dilakukan dengan pendekatan *Dynamic Programming*

- Menentukan peubah keputusan
 Banyaknya periode adalah 12 sehingga ($n = 1, 2, 3, \dots, 12$)
- State variable (S)
 Pada tahap ke-n, state variable didefinisikan sebagai banyaknya penjualan atau permintaan dalam period ke-n.
- Menentukan tujuan
 Misalkan C adalah biaya produksi dari seluruh kegiatan maka tujuan pada kasus ini adalah meminimumkan total biaya produksi selama 12 periode mendatang.
- Menentukan hubungan rekursif yang sesuai.
 Dalam penelitian ini, digunakan rekursif maju dimana dimulai dari tahap 1-12.
- Melakukan perhitungan terhadap data berdasarkan hubungan rekursif yang diperoleh untuk memperoleh hasil optimal.

Simbol-simbol yang digunakan:

$R_j(k_j)$ = pendapatan alternatif k_j pada tahap j

$f_j(x_j)$ = keuntungan optimal tahap 1, 2, ... dan j jika keadaan x_j

jadi dapat ditulis persamaan rekursifnya adalah,

$$f_1(x_1) = \max\{R_1(k_1)\}$$

$$f_j(x_j) = \max\{R_j(k_j) + f_{j-1}(x_{j-1})\}$$

Dalam kasus ini, penyelesaian yang optimal dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan rekursif :

$$f_n(I_n) = \min\{(Ax_n + Y(I_n) + f_{n-1}(I_{n-1}))\}$$

dengan $n = 1, 2, 3, \dots, 12$

Setelah persediaan akhir setiap periode diukur dari perbedaan antara jumlah persediaan awal, ditambah produksi dan volume penjualan (yaitu penjualan awal ditambah produksi dikurangi penjualan), didapatkan :

$$I_n = I_{n-1} + x_n - S_n$$

atau

$$I_{n-1} = I_n + S_n - x_n, \text{ untuk } n = 1,2,3$$

dengan I_n adalah jumlah penjualan dalam periode n , sehingga didapatkan besar persediaan $0 \leq I_{n-1} \leq G$.

Jumlah produksi x_n dapat ditunjukkan sebagai :

$$I_n + S_n - G \leq x_n \leq I_n + S_n$$

Persamaan rekursif dalam masalah ini adalah dalam bentuk :

$$f_n(I_n) = \min\{(A_{x_n} + B(I_n)) + f_{n-1}(I_{n-1})\}$$

Persamaan rekursif di atas dapat ditulis dengan memasukkan persamaan tersebut sebagai berikut:

$$f_n(I_n) = \min\{(A_{x_n} + B(I_n)) + f_{n-1}(I_n + S_n - X_n)\}$$

Keterangan:

$f_n(I_n)$ = biaya produksi minimum sepeda motor pada tahap n dalam banyak persediaan S

A_{x_n} = biaya produksi x unit sepeda motor dalam tahap n

$B(I_n)$ = biaya perawatan yang dikenakan terhadap tahap n apabila dalam banyaknya persediaan I

S_n = banyaknya permintaan atau penjualan dalam tahap n

Langkah terakhir yang dilakukan adalah melakukan penyusunan perencanaan jadwal produksi dengan biaya minimum menggunakan metode program dinamik untuk jangka waktu perencanaan satu tahun dengan periode satu bulan, sehingga terdapat 12 tahap pelaksanaan yang dimulai pada bulan April 2014 sd Maret 2015. Solusi optimal akan diperoleh berdasarkan jumlah total biaya produksi minimum yang diperoleh dari masing-masing alternative kebijakan produksi yang disusun. Untuk mendapatkan jumlah produk yang paling optimal yang harus diproduksi dari kondisi tersebut, maka harus beberapa tahap yang tiap tahapnya itu selalu berhubungan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Jumlah Permintaan Produksi

Berdasarkan hasil peramalan yang telah dilakukan, sebelum melakukan perencanaan produksi dengan menggunakan program dinamis, maka hasil peramalan permintaan harus disesuaikan terlebih dahulu dengan prosentase cacat produk yang diperoleh dengan rumus :

$$P_n = \frac{F_n}{1 - P}$$

Keterangan:

P_n = Jumlah yang harus diproduksi pada periode ke- n

F_n = peramalan permintaan pada period eke- n

P = persentase cacat yaitu 1%

Sehingga,

$$P_1 = \frac{1643}{1 - 0,01}$$

$$P_1 = \frac{1643}{0,99}$$

$$P_1 = 1659,5959 \approx 1660 \text{ unit}$$

Begitu selanjutnya untuk periode berikutnya dan hasil jumlah produk yang harus diproduksi setelah melalui penyelesaian terhadap prosentase cacat adalah sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil Penyesuaian Terhadap Prosentase Cacat Produk

No	Bulan	Jumlah yang harus diproduksi
1	April 014	1660
2	Mei 2014	1702
3	Juni 2014	1744
4	Juli 2014	1787
5	Agustus 2014	1828
6	September 2014	1871
7	Oktober 2014	1913
8	Nopember 2014	1956
9	Desember 2014	1998
10	Januari 2015	2039
11	Februari 2015	2082
12	Maret 2015	2124

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2014

3.2 Perencanaan dan Penjadwalan Produksi

Tahap 1 April 2014

Dalam tahap ini terdapat 4 alternatif kebijakan produksi berdasarkan akan perbedaan jumlah barang jadi yang terdiri dari 0, 100 dan 200 unit di gudang penyimpanan. Maka pada tahap ini persamaan rekursifnya adalah :

$$f_1(I_1) = \text{Min}\{(AX_1 + BI_1)\}$$

$$I_1 + S_1 - I_0 \leq X_1 \leq I_0 + S_0$$

$$1660 \leq X_1$$

Diketahui $S_1 = 1660$ (jumlah penjualan dalam periode pertama dan $0 \leq I_1 \leq 200$), dari hal ini didapatkan hasil sebagai berikut :

$$f_1(0) = \{18.900.000(1660) + 210.000(0)\} = 31.374.000.000$$

$$f_1(100) = \{18.900.000(1760) + 210.000(100)\} = 33.285.000.000$$

$$f_1(200) = \{18.900.000(1860) + 210.000(200)\} = 35.196.000.000$$

Dapat dilihat bahwa dari 3 variasi persediaan terdapat satu alternative yang menghasilkan biaya minimum, sehingga kebijakan yang dipilih adalah kebijakan yang menghasilkan biaya produksi minimum. Dalam tahap ini biaya produksi minimum terdapat pada $I_1 = 0$ dengan biaya Rp 31.374.000.000,-.

Tahap ke-2 Mei 2014

Untuk tahap ini perhitungannya tidak hanya pada tahap 2 itu saja, tetapi juga memperhitungkan biaya produksi pada tahap sebelumnya (tahap 1) sesuai dengan alternative kebijakan produksi yang dipilih dengan jumlah persediaan sepeda motor 0, 100 dan 200 unit. Pada tahap ini terdapat 9 alternatif kebijakan produksi, ini berdasarkan $I_2 + S_2 - 200 \leq X_2 \leq I_2 + S_2$ yang artinya jumlah sepeda motor yang akan diproduksi paling sedikit dari jumlah persediaan sepeda motor ditambah jumlah permintaan dikurangi dengan kapasitas gudang dan paling besar yang diproduksi sebesar jumlah persediaan sepeda motor dengan jumlah permintaan sepeda motor pada tahap itu. Nilai $f_2(I_2)$ bergantung pada $f_1(I_1)$, sehingga perhitungan untuk tahap 2 ini adalah :

$$f_2(I_2) = \text{Min}\{(AX_2 + BI_2) + f_1(I_2 + S_2 - X_2)\}$$

Bila $I_2 = 0$ maka,

$$f_2(0) = \text{Min}\{(AX_2 + BI_2) + f_1(I_2 + S_2 - X_2)\}$$

Nilai dari $f_2(0)$ bila $0 + 1702 - 200 \leq X_2 \leq 0 + 1702$ atau $1502 \leq X_2 \leq 1702$ adalah:

$$\begin{aligned}
 f_2(0) &= \min \begin{cases} (18900000(1502) + 210000(0)) + f_1(0 + 1702 - 1502) = 63.583.800.000 \\ (18900000(1602) + 210000(0)) + f_1(0 + 1702 - 1602) = 63.562.800.000 \\ (18900000(1702) + 210000(0)) + f_1(0 + 1702 - 1702) = 63.541.800.000 \end{cases} \\
 f_2(100) &= \min \begin{cases} (18900000(1502) + 210000(100)) + f_1(100 + 1702 - 1502) = 65.515.800.000 \\ (18900000(1602) + 210000(100)) + f_1(100 + 1702 - 1602) = 65.494.800.000 \\ (18900000(1702) + 210000(100)) + f_1(100 + 1702 - 1702) = 65.473.800.000 \end{cases} \\
 f_2(200) &= \min \begin{cases} (18900000(1502) + 210000(200)) + f_1(200 + 1702 - 1502) = 67.447.800.000 \\ (18900000(1602) + 210000(200)) + f_1(200 + 1702 - 1602) = 67.426.800.000 \\ (18900000(1702) + 210000(200)) + f_1(200 + 1702 - 1702) = 67.405.800.000 \end{cases}
 \end{aligned}$$

Dengan persamaan rekursif $f_2(I_2) = \text{Min} \{(AX_2 + BI_2) + f_1(I_2 + S_2 - X_2)\}$ dapat diketahui bahwa total biaya minimum diperoleh pada produksi dengan jumlah persediaan $I_2 = 0$.

Tahap ke-3 Juni 2014

Dalam tahap 3 ini terdapat 9 alternatif kebijakan produksi dengan jumlah persediaan 0, 100 dan 200 unit. Dalam masing-masing alternative kebijakan produksi terdapat satu kebijakan yang menghasilkan biaya minimum. Oleh sebab itu alternative yang dipilih adalah alternative yang menghasilkan biaya minimum. Oleh sebab itu alternative yang dipilih adalah alternative yang menghasilkan total biaya minimum. Dengan persamaan rekursif $f_3(I_3) = \text{Min} \{(AX_3 + BI_3) + f_2(I_3 + S_3 - X_3)\}$, $I_3 + S_3 - 200 \leq X_3 \leq I_3 + S_3$ dapat diketahui bahwa total biaya minimum diperoleh pada produksi dengan jumlah persediaan $I_3 = 0$, maka : $f_3(0) = \text{Min} \{(AX_3 + BI_3) + f_2(I_3 + S_3 - X_3)\}$. Nilai dari $f_3(0)$ bila $0 + 1744 - 200 \leq X_2 \leq 0 + 1744$ atau $1544 \leq X_2 \leq 1744$ adalah:

$$\begin{aligned}
 f_3(0) &= \min \begin{cases} (18900000(1544) + 210000(0)) + f_2(0 + 1744 - 1544) = 96.629.400.000 \\ (18900000(1644) + 210000(0)) + f_2(0 + 1744 - 1644) = 96.545.400.000 \\ (18900000(1744) + 210000(0)) + f_2(0 + 1744 - 1744) = 96.503.400.000 \end{cases}
 \end{aligned}$$

Perhitungan tersebut berulang sampai tahap ke-12 yaitu Maret 2015. Hasil selengkapnya sebagai berikut.

Tabel 4 Hasil penjadwalan produksi sepeda motor periode April 2014-Maret 2015

Periode	Permintaan (unit)	Produksi (unit)	Persediaan (unit)	Biaya Minimum (Rp)
April 2014	1660	1660	0	31.374.000.000
Mei 2014	1702	1702	0	63.541.800.000
Juni 2014	1744	1744	0	96.503.400
Juli 2014	1787	1787	0	130.277.700.000
Agustus 2014	1828	1828	0	164.826.900.000
September 2014	1871	1871	0	200.188.800.000
Oktober 2014	1913	1913	0	236.344.500.000
Nopember 2014	1956	1956	0	273.312.900.000
Desember 2014	1998	1998	0	311.075.100.000
Januari 2015	2039	2039	0	349.612.200.000
Februari 2015	2082	2082	0	388.962.000.000
Maret 2015	2124	2124	0	429.105.600.000

Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2014

Berdasarkan Tabel 4 dapat diketahui bahwa jumlah produksi untuk April 2014 s.d. Maret 2015 selalu sama dengan jumlah permintaan konsumen sehingga pada setiap tahapnya tidak memiliki persediaan di gudang. Berdasarkan hasil tersebut, biaya total minimum selalu diperoleh pada angka $I_n = 0$. Hal ini dapat terjadi karena dengan semakin sedikit persediaan atau bahkan tidak adanya persediaan akan mengurangi jumlah biaya total karena kecilnya biaya

simpan bila dibandingkan dengan biaya produksi. Jumlah total biaya yang dikeluarkan untuk jadwal produksi selama 12 periode tersebut adalah Rp 429.105.600.000,00. Ini merupakan hasil optimal dalam meminimumkan biaya produksi dengan menggunakan program dinamik.

4. KESIMPULAN

1. Penentuan jumlah produksi dengan model peramalan yang lebih baik adalah model peramalan Regresi Linier, karena memberikan tingkat kesalahan minimum berdasarkan nilai *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) sebesar 15,42171.
2. Perencanaan dan penjadwalan produksi dengan menggunakan model program dinamis memberikan hasil jumlah produksi untuk 12 periode mendatang (April 2014-Maret 2015) berturut-turut sebesar 1660, 1702, 1744, 1787, 1828, 1871, 1913, 1956, 1998, 2039, 2082, 2124 unit dengan total biaya produksi minimum sebesar Rp. 429.105.600.000,00.

DAFTAR PUSTAKA

- Dimiyati, Tjutju Tarlih dan Dimiyati, Akhmad. 1987. *Operations Research*. Sinar Baru. Bandung.
- Heizer, J. dan Render, B. 2009. *Manajemen Operasi*. Buku 1. Edisi 9. Salemba Empat. Jakarta.
- Nasution, Arman Hakim dan Prasetyawan, Yudha. 2008. *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. Edisi Pertama. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Subagyo, Pangestu, dkk. 2013. *Dasar-dasar Operations Research*. Edisi Kedua. BPF. Yogyakarta.