

Penentuan Stok Batik Madura Berdasarkan Keterbatasan Produksi Menggunakan Holt-Winters Model Dan Simplex Method

Erwin Prasetyowati ¹⁾, Badar Said ²

^{1),2)}Teknik Informatika, Universitas Madura
Jl. Raya Panglegur Km 3,5 Pamekasan
Email : 1

Abstrak. Penentuan kapasitas produksi Batik Madura merupakan bagian dari perencanaan produksi. perencanaan produksi bertujuan untuk meminimalisir kesalahan penetapan stok produksi, yang akan mengakibatkan keuntungan yang dihasilkan belum optimal. Oleh sebab itu fokus penelitian ini adalah menentukan kapasitas produksi secara rinci dan terukur dengan memperhatikan keterbatasan proses produksi dan permintaan konsumen pada masa sebelumnya. Penentuan kapasitas produksi berdasarkan keterbatasan produksi dianalisis dengan menggunakan Metode Simpleks dan Analisis Sensitivitas untuk menghitung range perubahan koefisien pada fungsi objective dan pembatas. Dengan menggunakan periode data sebanyak 12 bulan, peramalan permintaan pada periode ke-13 menggunakan Holt-Winter's Model dikarenakan pola permintaan bersifat trend dan seasonal. Metode peramalan ini memiliki tingkat akurasi yang baik dengan nilai MAPE di bawah 10% pada masing-masing jenis Batik. Berdasarkan analisis terhadap hasil perhitungan Metode Simpleks dan Holt-Winter's Model diketahui bahwa peramalan permintaan pada Batik Tulis 2 Warna melebihi range perubahan koefisien yang diijinkan sehingga perlu dilakukan analisis tambahan terhadap variabel pada fungsi pembatas lainnya, yaitu penggunaan waktu produksi dan gaji karyawan. Secara umum penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan stok produk dari dua faktor yaitu permintaan konsumen dan keterbatasan produksi.

Kata kunci: Batik Madura, Holt-Winter's Model, Metode Simpleks, Analisis Sensitivitas

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Batik merupakan salah satu produk unggulan yang menjadi bagian dari kebudayaan di Indonesia. Sejauh ini Batik telah menjadi produk industri kreatif yang mampu menyerap banyak tenaga kerja di daerah sehingga ikut menopang perekonomian daerah yang salah satunya di Pulau Madura. Namun sama halnya dengan usaha lain pada umumnya, pengrajin Batik Madura memiliki pengetahuan yang minim tentang perencanaan produksi, sehingga menghambat pengrajin Batik untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal.

Batik Madura di Pamekasan yang telah dipasarkan ke beberapa daerah di Indonesia, baik secara manual maupun melalui media online, mengalami peningkatan permintaan dari waktu ke waktu, namun di waktu-waktu tertentu terjadi lonjakan permintaan terutama pada saat mendekati lebaran dan akhir tahun. Oleh sebab itu pengrajin memiliki kendala tersendiri dalam menentukan kapasitas produksi dari masing-masing jenis batik yang tepat sehingga keuntungan yang dimiliki lebih optimal. Di tengah ketidakpastian jumlah penjualan, pengrajin batik harus dapat memutuskan kapasitas produksi dengan sehingga stok yang dimiliki setidaknya mendekati jumlah yang seharusnya. Hal tersebut dikarenakan kekurangan stok dapat membuat pengrajin batik kehilangan kesempatan mendapatkan keuntungan yang lebih besar, sedangkan kelebihan stok akan menghambat arus penjualan [1]. Kekurangan dan kelebihan stok akan berdampak negatif terhadap finansial usaha batik.

Adapun kapasitas produksi ditentukan dengan mempertimbangkan dua faktor yaitu permintaan customer pada periode waktu sebelumnya dan keterbatasan produksi. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini difokuskan untuk mempertimbangkan faktor permintaan konsumen terhadap beberapa produk, untuk mengevaluasi jumlah produk yang harus diproduksi sesuai dengan permintaan konsumen, serta menggabungkannya dengan faktor keterbatasan produksi. Melalui analisis sensitivitas, fokus penelitian adalah menguji apakah hasil prediksi permintaan dari customer sesuai dengan optimalitas dari hasil perhitungan metode simpleks. Prediksi stok Batik Pamekasan menggunakan Holt-Winters Model dikarenakan permintaan batik memiliki pola *trend* dan *seasonal*,

dimana Batik Madura memiliki peningkatan permintaan dari waktu ke waktu (*trend*) dan pada waktu tertentu mengalami kenaikan secara signifikan pada saat mendekati lebaran (*seasonal*).

Penelitian terdahulu mengenai penyelesaian permasalahan linear berbasis simplex dan revised simplex melalui perancangan *decision support system tool* [2] telah dikembangkan. Selain itu penelitian [3] melakukan analisa sensitivitas dalam penentuan optimalisasi keuntungan dari produksi busana menggunakan metode simpleks, serta penelitian [4] menentukan perencanaan produksi beton yang optimal dengan menggunakan program linier dan analisis sensitivitas dengan mempertimbangkan biaya produksi yang dikeluarkan. Sedangkan penelitian [5] menganalisa keterkaitan variabel pada metode simpleks dan metode *activity based costing* dalam menentukan kapasitas produksi Batik Madura. Di sisi lain, beberapa penelitian mengenai peramalan menggunakan metode Arima, Holt Exponential Smoothing dan Winter Exponential Smoothing atau campuran keduanya, serta perbandingan akurasi ketiganya [6],[7],[8] telah dilakukan sebelumnya. Namun dari beberapa penelitian tersebut, penelitian yang menentukan kapasitas produksi dengan menggabungkan metode Holt-Winter dan Metode Simpleks belum pernah dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

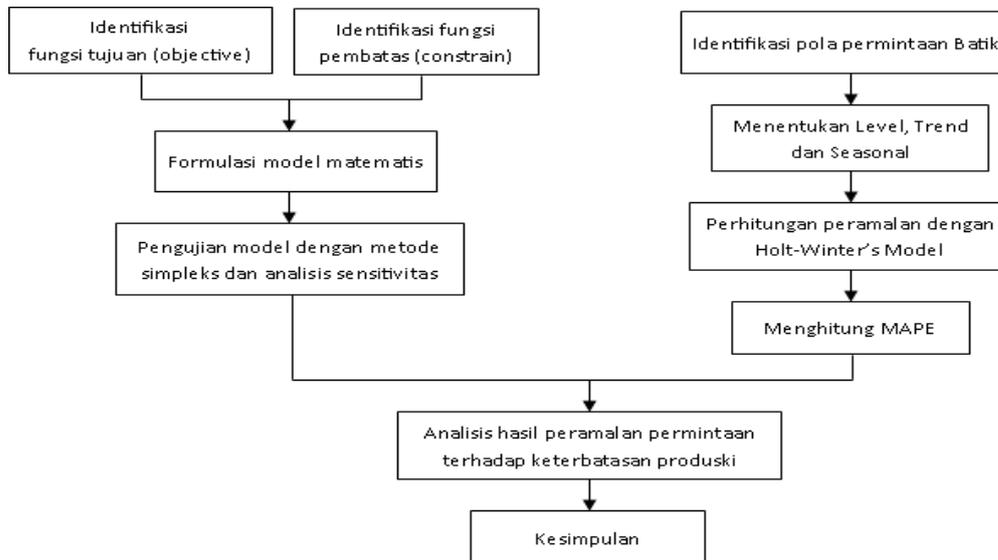
Berdasarkan uraian pada bagian sebelumnya, maka dapat dirumuskan permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah “Bagaimana menentukan kapasitas produksi optimal untuk Batik Madura sesuai dengan jumlah permintaan dan keterbatasan atau kendala dalam produksi”.

1.3 Tujuan

Studi ini disusun dengan tujuan untuk menetapkan kapasitas produksi optimal pada produk Batik Madura dengan mempertimbangkan jumlah permintaan dan keterbatasan atau kendala dalam produksi, sehingga pengrajin batik dapat menentukan keputusan terhadap langkah-langkah strategis dalam produksi sehingga keuntungan yang didapatkan sesuai dengan target yang ditentukan sebelumnya.

1.4 Metode Penelitian

Untuk memperjelas skematika kegiatan yang terukur dan terencana, metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dari awal hingga akhir dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir Penelitian

1.4.1 Metode Simpleks

Metode simpleks merupakan suatu prosedur aljabar yang digunakan untuk mencari nilai optimum dari fungsi tujuan dalam persoalan optimasi yang memiliki kendala. Dalam metode simpleks untuk mencari nilai optimum dilakukan proses pengulangan atau iterasi dimulai dari formulasi awal sampai hasil akhir diketahui dimana fungsi tujuan telah optimum [11].

Sesuai penjabaran sebelumnya, pada linier programming terdapat dua fungsi yang dimasukkan ke dalam persamaan, yaitu fungsi tujuan dan fungsi pembatas [12] berikut ini:

Fungsi Tujuan :

$$\text{Max/Min: } Z = c_1X_1 + c_2X_2 + c_3X_3 + \dots + c_nX_n \dots\dots\dots(1)$$

Fungsi Pembatas :

$$a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + a_{13}X_3 + \dots + a_{1n}X_n \leq b_1 \dots\dots\dots (2)$$

$$a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + a_{23}X_3 + \dots + a_{2n}X_n \leq b_2 \dots\dots\dots (3)$$

$$a_{m1}X_1 + a_{m2}X_2 + a_{m3}X_3 + \dots + a_{mn}X_n \leq b_m \dots\dots\dots(4)$$

dimana $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n \geq 0$. Adapun formulasi metode simpleks diadopsi dari bentuk umum linier programming yang kemudian ditambahkan dengan variabel slack dan variabel lainnya jika diperlukan.

1.4.2 Peramalan dengan Model Holt-Winters

Peramalan (forecasting) merupakan salah satu metode *decision tools* yang banyak digunakan untuk melakukan perencanaan yang efektif dan efisien. fungsi dari peramalan adalah memprediksi kejadian atau data di waktu yang akan datang [13]. Teknik ini telah banyak dikembangkan, salah satunya untuk melakukan estimasi terhadap persediaan optimal baik bahan baku maupun produk, guna memenuhi kebutuhan konsumen atau pelanggan dan target optimum produksi, sehingga keuntungan yang didapatkan maksimal [14]. Peramalan juga banyak digunakan untuk memprediksi harga, produksi hasil pertanian, kekeringan, waktu layanan dan bidang-bidang lainnya.

Pada teknik ini, prediksi dilakukan dengan menganalisa data-data pada periode waktu sebelumnya, untuk mengetahui pola dari data tersebut. Apabila pola data telah diketahui, maka dapat ditentukan metode peramalan yang sesuai. Peramalan memiliki beberapa metode yang dapat diterapkan, yang beberapa diantaranya adalah Moving Average dan Exponential Smoothing, yang terdiri dari Single Exponential Smoothing, Holt's Model dan Winter's Model. Moving average dan single exponential smothing memiliki pola permintaan tanpa *trend* atau *seasonal* (musiman), Holt's model memiliki pola trend tanpa musiman, sedangkan Winter's model adalah pola permintaan musiman.

Penelitian ini menggunakan Holt-Winter's Model dengan komponen sistematis permintaan adalah level, trend, dan faktor seasonal. Sebelum melakukan peramalan, diperlukan estimasi awal untuk Level (L_0), Trend (T_0) dan faktor seasonal (S_1, \dots, S_p), dimana p adalah periode permintaan. Estimasi terhadap level dan trend pada periode ke-0 dilakukan dengan mempertimbangkan permintaan yang bersifat tidak masuk akal (*deseasonalized demand*), yang diakibatkan oleh fluktuasi musiman (*seasonal*). Periodik p adalah jumlah periode pada perulangan siklus musiman. *Deseasonalized demand* dihitung dengan rumus:

$$\bar{D}_t = \left[D_{t-(p/2)} + D_{t+(p/2)} + \sum_{i=t-(p/2)}^{t-1+(p/2)} 2D_i \right] / 2p \dots\dots\dots(5)$$

Selanjutnya periode dan deseasonalized demand digunakan untuk menghitung L_0 dan T_0 dengan menggunakan regresi linear dimana nilai a adalah Level sedangkan nilai b adalah trend. Sedangkan estimasi faktor musiman dihitung dengan formulasi sebagai berikut:

$$\bar{S}_t = D_t / \bar{D}_t = \left[\sum_{j=0}^{r-1} \bar{S}_{j+p+i} \right] / r \dots\dots\dots(6)$$

dimana D_t adalah permintaan aktual, dan \bar{D}_t adalah *deseasonalized demand*.

Dalam periode t , diberikan estimasi level (L_t), Trend (T_t) dan faktor musiman (S_t, \dots, S_{t+p-1}), perkiraan untuk periode mendatang diberikan sebagai berikut:

$$F_{t+1} = (L_t + T_t)S_{t+1} \dots\dots\dots(7)$$

Pada pengamatan permintaan untuk periode $t + 1$, estimasi untuk level, trend dan sesonal adalah sebagai berikut:

$$L_{t+1} = \alpha(D_{t+1}/S_{t+1}) + (1 - \alpha)(L_t + T_t) \dots \dots \dots (8)$$

$$T_{t+1} = \beta(L_{t+1} - L_t) + (1 - \beta)T_t \dots \dots \dots (9)$$

$$S_{t+1} = \gamma(D_{t+1}/L_{t+1}) + (1 - \gamma)S_{t+1} \dots \dots \dots (10)$$

dimana α adalah konstanta smoothing untuk Level ($0 < \alpha < 1$), β adalah konstanta smoothing untuk Trend ($0 < \beta < 1$), dan γ adalah konstanta smoothing untuk faktor musiman ($0 < \gamma < 1$).

1.4.3 Mean Absolute Percentage Error

Untuk menghitung perbedaan antara data aktual dengan hasil perhitungan peramalan, salah satu metode yang digunakan adalah metode Mean Absolute Percentage Error (MAPE). Perbedaan atau kesalahan (error) tersebut diabsolutkan yang selanjutnya diubah dalam bentuk persen. Hasil rata-rata (mean dari persentase tersebut merupakan nilai MAPE. Nilai MAPE akan berada pada kategori baik jika berada di antara 0 hingga 20% [15]. Persamaan untuk menghitung MAPE adalah sebagai berikut:

$$MAPE_n = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|E_t|}{D_t}}{n} \cdot 100 \dots \dots \dots (11)$$

2. Pembahasan

2.1 Perhitungan Kapasitas Produksi Dengan Metode Simpleks

Pada penelitian ini, sesuai dengan tujuan utamanya yaitu menentukan kapasitas produksi Batik Madura guna mendapatkan keuntungan maksimal, maka fungsi tujuan yang digunakan adalah keuntungan pada masing-masing produk Batik. Keuntungan Batik Madura dihitung menggunakan metode Activity Based Costing (ABC) yang memiliki akurasi yang baik dalam menghitung biaya produksi Batik [16]. Berdasarkan perhitungan ABC, besar keuntungan Batik Cap 2 Warna adalah Rp.20.747, Batik Cap 3 Warna sebanyak Rp.33.274, Batik Tulis 2 Warna sebanyak Rp.28.969, serta Batik Tulis 3 Warna sebanyak 42.332.

Untuk fungsi pembatas, perlu diidentifikasi lebih lanjut mengenai sumber daya yang keberadaannya terbatas atau dengan kata lain membatasi berlangsungnya proses produksi. Beberapa faktor atau sumber daya yang membatasi proses produksi diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Bahan baku yang digunakan, dimana pada permasalahan ini bahan baku yang digunakan sebanyak 400 m.
2. Waktu yang digunakan untuk memproduksi batik dengan indikator yang dipertimbangkan adalah jumlah jam kerja karyawan dan jumlah batik yang diproduksi. Adapun batasan waktu yang digunakan pada beberapa aktivitas meliputi:
 - a. Pembuatan motif atau membatik, Batik Cap total penggunaan waktu sebanyak 624 jam dengan melibatkan 3 pekerja, sedangkan Batik Tulis sebanyak 416 jam dengan melibatkan 2 pekerja.
 - b. Pewarnaan, jumlah total waktu yang digunakan untuk mewarnai seluruh produk sebanyak 62.400 menit dengan jumlah pekerja 5 orang.
 - c. Lorod dan finishing, dengan mengoptimalkan waktu kerja dari 4 pekerja yaitu sebanyak 49.920 menit.
3. Gaji karyawan Biaya BTKL selama pengamatan secara keseluruhan adalah Rp.7.880.000.
4. Target minimum produksi, yaitu Batik Cap 2 Warna sebanyak 60 unit, Batik Cap 3 Warna sebanyak 30 unit, Batik Tulis 2 Warna sebanyak 20 unit, dan Batik Tulis 3 Warna sebanyak 10 unit.

Sebelum merancang formulasi matematis, maka perlu ditentukan variabel basis berdasarkan jumlah produk yang diproduksi. Adapun variabel basis dalam penelitian ini meliputi X_1 (jumlah Batik Cap 2 Warna yang diproduksi); X_2 (jumlah Batik Cap 3 Warna yang diproduksi); X_3 (jumlah Batik Tulis 2 Warna yang diproduksi); dan X_4 (jumlah Batik Tulis 3 Warna yang diproduksi)

Berdasarkan penjabaran fungsi tujuan dan pembatas di atas, maka formulasi simplex method adalah berikut ini.

Fungsi Tujuan:

$$\text{Max: } Z = 20.747X_1 + 33.274X_2 + 28.969X_3 + 42.332X_4$$

Fungsi Pembatas:

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \leq 200$$

$$3X_1 + 4X_2 \leq 624$$

$$14X_3 + 15X_4 \leq 416$$

$$2X_1 + 3X_2 + 2X_3 + 3X_4 \leq 416$$

$$2X_1 + 3X_2 + 2X_3 + 3X_4 \leq 384$$

$$27X_1 + 36X_2 + 64X_3 + 73X_4 \leq 7.880$$

$$X_1 \geq 60; X_2 \geq 30; X_3 \geq 20; X_4 \geq 10$$

Langkah berikutnya adalah menentukan kapasitas produksi dengan menggunakan Lingo 13.0. Bentuk standar tersebut memiliki 11 constraints, dan total solver iterations sebanyak 3, didapatkan hasil bahwa keuntungan maksimal yang didapatkan adalah Rp. 4.407.463,00. Keuntungan tersebut dapat dicapai apabila jumlah minimal unit yang diproduksi antara lain Batik Cap 2 Warna sebanyak 60 unit, Batik Cap 3 Warna sebanyak 63 unit, Batik Tulis 2 Warna sebanyak 10 unit dan Batik Tulis 3 Warna sebanyak 18 unit.

2.3 Analisis Sensitivitas

Analisa sensitivitas digunakan untuk mengetahui seberapa besar perubahan diijinkan pada koefisien fungsi tujuan dan fungsi pembatas, agar solusi yang dihasilkan tetap optimal. Berdasarkan hasil output Lingo 13.0 dapat diketahui range perubahan koefisien fungsi obyektif dan fungsi pembatas yang dijelaskan pada tabel 1.

Tabel 1. Range Perubahan Koefisien

No	Koefisien Fungsi		Jumlah Maksimal	
			Penurunan	Peningkatan
1	Obyektif	Batik Cap 2 warna	∞	1.436
		Batik Cap 3 warna	2.154	6.254
		Batik Tulis 2 warna	∞	1.668
		Batik Tulis 3 warna	1.787	∞
2	Pembatas	Penggunaan bahan	52	∞
		Aktivitas pembuatan motif Batik Cap	192	∞
		Aktivitas pembuatan motif Batik Tulis	126	494
		Aktivitas pewarnaan	57	∞
		Aktivitas Lorod dan finishing	99	57
		Penggunaan gaji pekerja	2.011	∞
		Target Produksi Batik Cap 2 warna	60	26
		Target Produksi Batik Cap 3 warna	∞	33
		Target Produksi Batik Tulis 2 warna	10	9
		Target Produksi Batik Tulis 3 warna	∞	8

2.4 Prediksi Permintaan dengan Holt-Winter Model

Data yang digunakan pada perhitungan prediksi permintaan atau penjualan dari beberapa jenis Batik Madura yaitu Batik Cap 2 warna, Batik Cap 3 warna, Batik Tulis 2 warna dan Batik Tulis 3 warna, selama 1 tahun yaitu pada periode bulan Nopember 2017 hingga bulan Oktober 2018 (12 periode). Permintaan Batik Madura mengalami peningkatan tiap periode (trend) namun pada saat mendekati lebaran dan pada akhir tahun akan mengalami peningkatan signifikan, namun kembali ke pola awal setelah lebaran dan awal tahun.

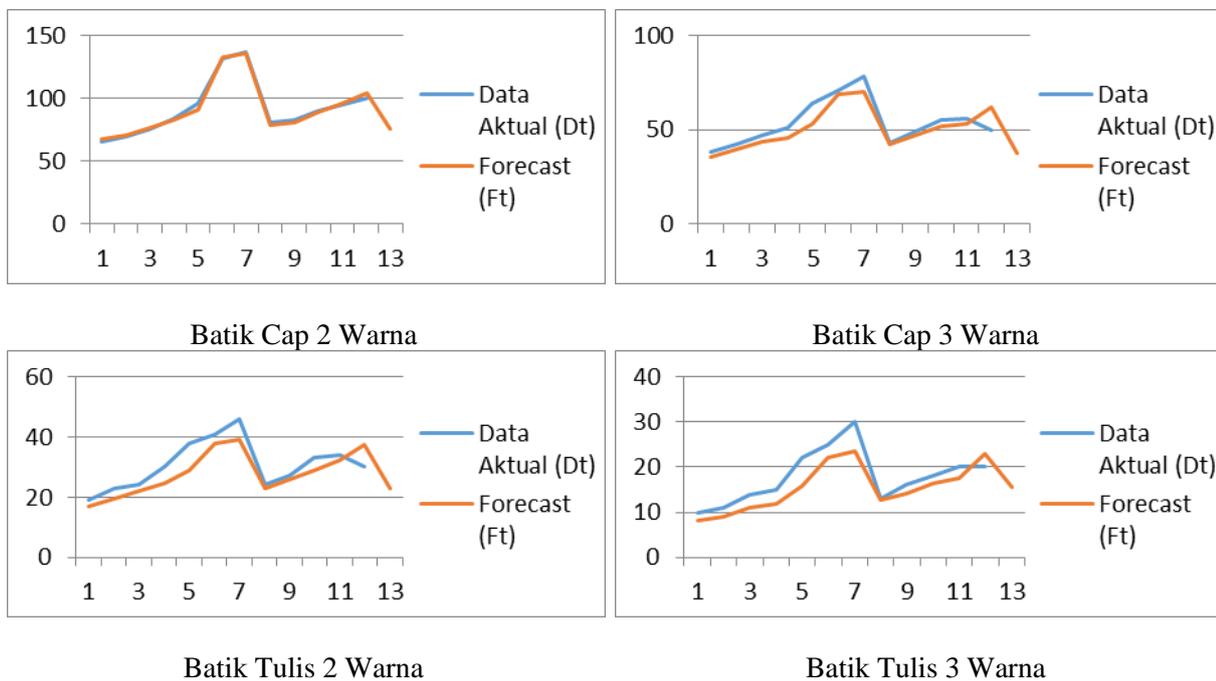
Berdasarkan hasil regresi linier dari periode dan *deseasonalized demand* dapat diketahui level dan trend masing-masing jenis Batik antara lain Batik Cap 2 Warna ($L_0 = 87$; $T_0 = 2$), Batik Cap 3 Warna ($L_0 = 53$; $T_0 = 1$), Batik Tulis 2 Warna ($L_0 = 29$; $T_0 = 1$), dan Batik Tulis 3 Warna ($L_0 = 16$; $T_0 = 1$).

Setelah menghitung L_1 , T_1 dan S_1, \dots, S_7 dengan menggunakan persamaan 8, 9 dan 10, dan nilai $\alpha = 0.05$; $\beta = 0.1$; $\gamma = 0.1$, maka hasil peramalan disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 2. Hasil Peramalan Batik Madura

Jenis Batik Madura	Forecast (F_{13})	MAPE
Batik Cap 2 Warna	76 unit	2.46%
Batik Cap 3 Warna	38 unit	4.19%
Batik Tulis 2 Warna	23 unit	6.89%
Batik Tulis 3 Warna	16 unit	9.25%

Sedangkan perbedaan antara data aktual dengan hasil peramalan dapat dijelaskan pada gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Grafik Data Aktual Permintaan dan Hasil Peramalan

2.5 Analisis Hasil Perhitungan Holt-Winter’s Model terhadap Metode Simpleks

Pada tahapan ini, hasil perhitungan peramalan dibandingkan dengan hasil perhitungan kapasitas produksi dengan Metode Simpleks dan Analisis Sensitivitas. Hasil perbandingan tersebut dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 2. Hasil Peramalan Batik Madura

Jenis Batik Madura	Forecast (F_{13})	Range Perubahan Koefisien	Kesimpulan
Batik Cap 2 Warna	76 unit	$0 \leq X \leq 86$	solusi optimal
Batik Cap 3 Warna	38 unit	$0 \leq X \leq 96$	solusi optimal
Batik Tulis 2 Warna	23 unit	$0 \leq X \leq 19$	solusi tidak optimal
Batik Tulis 3 Warna	16 unit	$0 \leq X \leq 26$	solusi optimal

Berdasarkan tabel 3, dapat diketahui bahwa hasil peramalan telah melebihi ambang batas perubahan koefisien yang diijinkan agar solusi tetap optimal. Oleh sebab itu, untuk menjaga solusi tetap optimal,

maka langkah yang dapat diambil adalah dengan mengevaluasi variabel fungsi pembatas lainnya, dengan salah satunya melakukan penambahan waktu kerja, misalkan dengan lembur atau menambah tenaga kerja sesuai dengan batasi minimum atau maksimum perubahan koefisien sesuai dengan tabel 1.

Dalam hal ini penambahan tenaga kerja akan berpengaruh pada jumlah gaji yang harus dibayarkan untuk karyawan, sehingga range perubahan koefisien terhadap penggunaan gaji dapat dipertimbangkan. Langkah-langkah tersebut juga dapat dilakukan untuk permintaan lainnya yang mengalami peningkatan signifikan pada waktu mendekati lebaran dan akhir tahun. Dengan demikian perencanaan produksi dapat dilakukan sebelumnya, dan pengrajin Batik Madura tidak kehilangan kesempatan memperoleh keuntungan yang maksimal.

3. Kesimpulan

Penelitian ini telah menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Penentuan kapasitas produksi menggunakan Metode Simpleks menghasilkan jumlah unit Batik yang harus diproduksi agar memberikan keuntungan maksimal dengan memperhatikan keterbatasan produksi, dan Analisa Sensitivitas menyempurnakan hasil tersebut untuk mengetahui batas minimum dan maksimum perubahan koefisien tujuan dan pembatas diijinkan.
- b. Hasil peramalan menghasilkan bahwa permintaan periode ke-13 adalah Batik Cap 2 Warna sebanyak 76 unit, Batik Cap 3 Warna sebanyak 38 unit, Batik Tulis 2 Warna sebanyak 23 unit, dan Batik Tulis 3 Warna sebanyak 16 unit
- c. Secara umum hasil peramalan menunjukkan bahwa rata-rata persentase kesalahan absolut (MAPE) menunjukkan bahwa peramalan dengan Holt-Winter's Model menunjukkan kinerja atau akurasi yang sangat baik dengan nilai MAPE dibawah 10%.

Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini, kami mengucapkan terimakasih pada Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat khususnya Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan dan LPPM Universitas Madura, yang telah memberikan kontribusi kepada kami sehingga kami dapat melaksanakan penelitian ini dengan sebaik-baiknya.

Daftar Pustaka

- [1]. Erwin Prasetyowati. 2016. *Aplikasi Simulasi Persediaan Teri Crispy Prisma Menggunakan Metode Monte Carlo*. Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi Indonesia. Vol. 1, No. 1. Hal. 43 – 49.
- [2]. Arya T. Hermawan, A.T., Gunawan dan Yudhi C. Mahono. 2009. *Perancangan Decision Support System Tool Untuk Penyelesaian Permasalahan Linear Berbasis Simplex Dan Revised Simplex*. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi. Hal F-54 – F-60. Yogyakarta.
- [3]. A.A. Sri D. Dewi, Ni Ketut T.T. dan Kartika S. 2014. *Analisis Sensitivitas Dalam Optimalisasi Keuntungan Produksi Busana Dengan Metode Simpleks*. Jurnal Matematika. Vol 4 No 2. Hal 90 – 101.
- [4]. Agus Alamsyah dan Agus Widodo. 2015. *Pengoptimalan Perencanaan Produksi Dengan Menggunakan Program Linier Dan Analisis Sensitivitas (Studi Kasus Pada Ud Barokah Abadi Beton, Ngawi)*. Jurnal Mahasiswa Matematika. Vol 3 No 2. Hal 129 - 132.
- [5]. Erwin Prasetyowati, Badar Said, Sholeh Rachmatullah. 2019. *Aplikasi Penentuan Harga Pokok Produksi Batik Madura Dengan Metode Activity Based Costing Dan Analisis Regresi Linier*. Journal of Theoretical and Applied Information Technology. Vol. 97. Akan Dipublikasikan.
- [6]. Alda R., Wiwik A., Retno A.V. 2009. *Penerapan Metode Exponential Smoothing Untuk Peramalan Penggunaan Waktu Telepon Di PT.Telkomsel Divre3 Surabaya*. SISFO-Jurnal Sistem Informasi

- [7]. Dwi A.W.S.P, Kristoko D.H, Radius T. Model Prediksi Kekeringan Menggunakan Metode Holt-Winters (Studi Kasus : Wilayah Kabupaten Boyolali). 2018. Indonesian Journal of Modeling and Computing 1, Hal. 36-41
- [8]. Ruli Utami, Suryo Atmojo. 2018. Perbandingan Metode Holt Exponential Smoothing dan Winter Exponential Smoothing Untuk Peramalan Penjualan Souvenir. Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia Vol.11, No. 2, Hal. 123-130.
- [9]. Kinc, U.A. 2008. A Note On The Linear Programming Sensitivity Analysis In Blending Problems. Applied Sciences. Vol 2. Hal 241- 248.
- [10]. Guangmin W., Zhongping W., Xianjia W., Yibing Lv. 2008. Genetic Algorithm Based On Simplex Method For Solving Linear-Quadratic Bilevel Programming Problem. Computers and Mathematics with Applications. Vol. 56. pp. 2550–2555.
- [11]. Agustine, A. 2017. Forecasting Fitness Gym Membership Pada Pusat Kebugaran ”The Body Art Fitness, Aerobic & Pool” Menggunakan Metode Exponential Smoothing. Jurnal Ilmiah Matematika, 3(6), 1-7.
- [12]. Andini, TD. & Auristandi, P. 2016. Peramalan Jumlah Stok Alat Tulis Kantor di UD. Achmad Jaya Menggunakan Metode Double Exponential Smoothing. Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia, 10(1), 1-10
- [13]. Zainun, N. Y., dan Majid, M. Z. A., 2003. Low Cost House Demand Predictor. Universitas Teknologi Malaysia
- [14]. Erwin Prasetyowati. 2018. Aplikasi Penentuan Harga Pokok Produksi Batik Madura Dengan Metode Activity Based Costing Dan Analisis Regresi Linier. Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi. Vol. 16, No. 1. Hal. 48 – 58.