

ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU MENGUNAKAN METODE *ECONOMIC ORDER QUANTITY* PROBABILISTIK DENGAN MODEL (q,r)

Krisna Pangeran, Wirda Novarika AK, Luthfi Parinduri

Program Studi Teknik Industri, Universitas Islam Sumatera Utara

krisnapangeran12@gmail.com; wirdanovarika@gmail.com; luthfip@yahoo.com

Abstrak

Sruput Kopi merupakan industri yang bergerak dalam bidang minuman dan makanan. *Sruput Kopi* juga memproduksi biji kopi dan menyajikan berbagai macam minuman kopi dengan biji kopi dan teknik penyajian yang berbeda-beda. Dalam menjalankan operasionalnya *Sruput Kopi* harus memperhatikan jumlah persediaan yang harus dipesan dan disimpan. Namun pada kenyataannya sering menolak pesanan menu karena terjadi kekurangan persediaan bahan baku. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis pengendalian persediaan bahan baku menggunakan metode *economic order quantity* probabilistik model (q,r) yang diawali dengan menghitung data penggunaan bahan baku selama 1 tahun. Bahan baku yang digunakan di *Sruput Kopi* yaitu Biji Kopi Arabika, Gula Aren, Air, Freshmilk, Es Batu, Susu, Sirup, dan Es Cream. Kemudian menghitung harapan pemakaian bahan baku, menghitung standar deviasi bahan baku, Menguji kenormalan data, lalu menghitung Q dan R Optimal serta diakhiri dengan menghitung total biaya persediaan. Kemudian dilakukan Analisis Pengendalian Bahan Baku dengan menggunakan metode *Economic Order Quantity* Probabilistik Model (q,r) dan didapatkan hasil Total Biaya Persediaan yaitu Rp 6.706.208.

Kata-Kata Kunci : Pengendalian, Persediaan, EOQ Probabilistik, Model (q,r)

I. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara berkembang yang tentunya mempunyai banyak industri di dalamnya, baik itu industri pangan ataupun non pangan. Metode Pengendalian Persediaan *Economic Order Quantity* (EOQ) Probabilistik model (q,r) ini digunakan untuk menentukan kuantitas pemesanan (*quantity order*) dan tingkat pemesanan kembali (*reorder point*) yang optimal sehingga bisa meminimalkan biaya total persediaan. Model persediaan probablistik model (q,r) digunakan untuk meminimalkan biaya total persediaan dengan mencari kuantitas pemesanan barang (q) dan tingkat pemesanan kembali (r) yang optimal dengan perubahan biaya pemesanan dan biaya penyimpanan.

II. Tinjauan Pustaka

2.1 EOQ Probabilistik Model Q dan R

Menurut (Winston, 1994), *Economic Order Quantity* (EOQ) Probabilistik q,r adalah EOQ dengan permintaan yang tidak pasti dan EOQ ini hanya digunakan ketika lead time tidak nol dan permintaan selama lead time acak.

Berikut beberapa notasi yang digunakan dalam metode ini :

K : Biaya setiap kali dilakukan pemesanan (*ordering cost*)

H : Biaya penyimpanan tiap unit barang setiap tahun (*holding cost/unit/year*)

Q : Jumlah barang pada setiap pemesanan (*quantity order*)

L : Tenggang waktu antara pemesanan sampai barang yang dipesan datang (*lead time*)

R : tingkat persediaan dimana akan dilakukan pemesanan kembali (*reorder point*)

C_{Ls} : Biaya tidak dipenuhinya setiap unit permintaan (*lost sale*)

D : Peubah acak dengan fungsi densitas normal yang menyatakan permintaan pertahun dengan rata-rata $E(D)$, ragam $Var(D)$, dan standart deviasi σ_D .

Jika permintaan pada waktu yang berbeda saling bebas, maka jumlah permintaan selama *lead time* akan mempunyai rata-rata:

$$E(X) = L \times E(D)$$

Dan standart deviasi :

$$\sigma_x = \sigma_D \times L$$

Serta fungsi densitas :

$$f(X=x) = \frac{1}{L\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-L\mu}{L\sigma}\right)^2}$$

Untuk $-\infty < x < +\infty$, Apabila D diasumsikan menyebar normal, maka X juga akan menyebar normal ($X \sim N(L\mu, L^2\sigma^2)$)

$S(t)$: Kedatangann barang pada saat t setelah dilakukan pemesanan saat $t-L$ (*supply*)

$B(t)$: Jumlah permintaan yang belu terpenuhi pada saat t (*back order*)

$$B(t) = I(t-1) - D(t) + S(t) < 0$$

$I(t)$: Tingkat persediaan bersih pada saat t (*net inventory*)

2.2 Nilai Harapan Biaya Pemesanan per Tahun

Menurut (Werti et al., 2015) Dalam setiap kali dilakukan pemesanan barang dengan biaya sebesar

K , maka nilai harapan biaya pemesanan per tahun adalah biaya pemesanan setiap kali pesan dikali nilai harapan jumlah pemesanan per tahun .

$$E(\text{biaya pemesanan per tahun}) = K \times \frac{E(D)}{q}$$

2.3 Nilai Harapan Biaya Penyimpanan per Tahun

Nilai harapan biaya penyimpanan per tahun adalah biaya penyimpanan setiap siklus per tahun.

$$E(\text{biaya penyimpanan per tahun}) = h(r - E(x) + \frac{1}{2}q)$$

2.4 Nilai Harapan Biaya Stockout per Tahun

B_r adalah peubah acak yang menyatakan jumlah stockout dalam satu siklus jika *reorder point* (r) dan biaya tidak terpenuhinya suatu unit barang (C_{LS}), maka nilai harapan biaya *stockout* pertahun adalah nilai harapan biaya *stockout* per siklus dikali nilai harapan jumlah siklus per tahun.

$$E(\text{biaya stockout pertahun}) = C_{LS} \times E(B_r) \times \frac{E(D)}{q}$$

$$E(B_r) = \sigma_x NL \left(\frac{r - E(X)}{\sigma_x} \right)$$

2.5 Biaya Total Persediaan per Tahun

Diperoleh biaya total persediaan yang merupakan fungsi dari q dan r berdasarkan ketiga komponen biaya pada persamaan diatas :

$$TC(q, r) = h(r - E(X) + \frac{q}{2} + K \times \frac{E(D)}{q} + \frac{C_{LS} \times E(B_r) \times E(D)}{q})$$

2.6 Nilai q dan r Optimal

Menurut (Winston, 1994) biaya total persediaan pada persamaan diatas minimum ketika nilai q dan r yang digunakan merupakan nilai yang optimal maka dilakukan penurunan persamaan diatas secara parsial terhadap q dan r , dimana turunan pertama disama dengarkan nol.

$$\frac{\partial TC(q, r)}{\partial q} = \frac{\partial TC(q, r)}{\partial r} = 0$$

Sehingga diperoleh nilai q yang meminimumkan persamaan dan memenuhi persamaan yaitu :

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times K \times E(D)}{h}}$$

$$EOQ = q_{\text{minimum}} = q^*$$

Untuk memperoleh nilai r minimum, diasumsikan bahwa q^* merupakan kuantitas pesanan per tahun yang meminimumkan biaya total persediaan. Sehingga *reorder point* (r^*) jika D mengikuti distribusi normal dapat ditulis sebagai berikut:

$$z_\alpha = \frac{r^* - E(X)}{\sigma_x}$$

$$r^* = E(X) + \sigma_x z_\alpha$$

Jika diasumsikan bahwa semua penjualan yang hilang akibat kehabisan barang akan menimbulkan biaya sebesar C_{LS} untuk setiap unit *stockout*. Pada kasus *lost sale* ini nilai q^* bisa didekati menggunakan persamaan diatas dan nilai r^* didekati menggunakan persamaan namun besarnya peluang X lebih besar dari sama dengan r^* didekati dengan persamaan:

$$P(X \geq r^*) = \frac{hq^*}{hq^* + C_{LS}E(D)}$$

2.7 Pengujian Sebaran Data

Menurut (Daniel, 1989) uji sampel tunggal *Kolmogorov-Smirnov* yaitu memusatkan perhatian pada dua buah fungsi distribusi kumulatif, yaitu distribusi kumulatif yang dihipotesiskan dan distribusi kumulatif yang teramati. Untuk menyatakan suatu fungsi distribusi kumulatif adalah $F(x)$, dengan $F(x)$ merupakan peluang bahwa nilai variabel acak X kurang dan atau sama dengan x . Dengan kata lain, $F(x) = P(X \leq x)$.

Langkah-langkah Uji sampel-tunggal *Kolmogorov Smirnov*

- Asumsi

Data terdiri atas hasil-hasil pengamatan bebas $X_1, X_2, \dots, X_n$ yang merupakan sebuah sampel acak berukuran n dan suatu fungsi distribusi yang belum diketahui dan dinyatakan dengan $F(x)$

- Statistik Uji

Andaikan $S(x)$ menyatakan fungsi distribusi sampel (empirik). Dengan kata lain, $S(x)$ adalah fungsi peluang kumulatif yang dihitung dari data sampel.

Tegasnya $S(x)$ = proporsi nilai-nilai pengamatan dalam sampel yang kurang dari atau sama dengan

x = banyaknya nilai pengamatan dalam sampel yang kurang dari atau sama dengan x / n untuk uji statistik

$$D = \sup x |S(x) - F_0(x)|$$

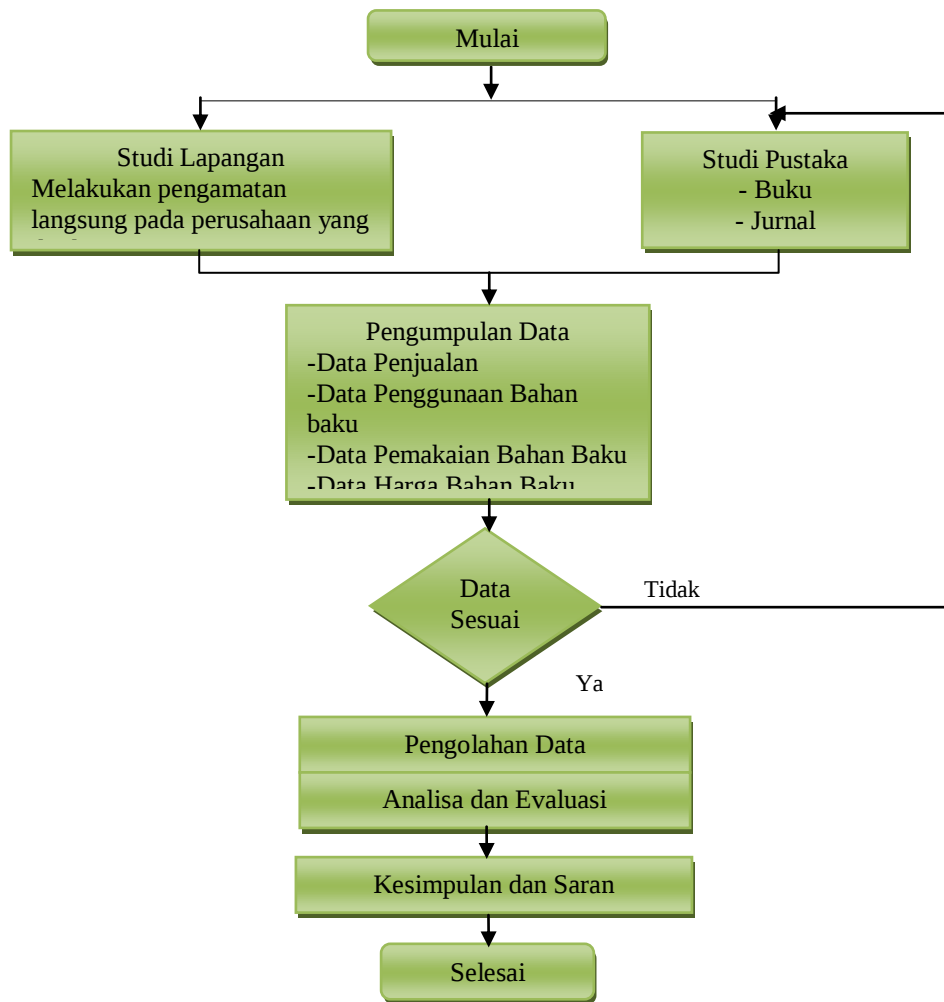
Yang dibaca “ D sama dengan supremum, untuk semua x , dari nilai mutlak beda $S(x) - F_0(x)$ ”. Apabila kedua fungsi tersebut disajikan secara grafik, D adalah jarak vertikal terjauh antara $S(x)$ dan $F_0(x)$.

- Kaidah Pengambilan Keputusan

Tolaklah H_0 pada taraf nyata α jika nilai D lebih besar dari kuantil $1 - \frac{\alpha}{2}$

Jika data sampel telah ditarik dan distribusikan yang dihipotesiskan, maka ketidaksesuaian antara $S(x)$ dan $F_0(x)$ untuk nilai-nilai x yang teramati tidak boleh terlalu besar. Dengan perkataan lain, kecocokan antara $S(x)$ dan $F_0(x)$ untuk semua nilai x yang diamati harus cukup dekat bila H_0 benar

III. Metodologi Penelitian



Gambar 1. Flow Diagram Penelitian

IV. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Harapan Pemakaian Bahan Baku

Banyak pemakaian bahan baku = 75,27 Kg

Frekuensi = banyaknya nilai pada data sampel

$$\text{Probabilitas} = \frac{\text{Frekuensi}}{\text{jumlah data}} = \frac{1}{12} = 0,08333$$

Harapan Pemakaian

= Banyaknya pemakaian x Probabilitas

Harapan Pemakaian

$$= 75.27 \text{ Kg} \times 0.08333$$

$$= 6.2725 \text{ Kg}$$

Tabel 1. Harapan pemakaian bahan baku

No	Banyak Pemakaian (Kg)	Frekuensi	Probabilitas	Harapan Pemakaian
1	75.27	1	0.083333333	6.2725
2	82.685	2	0.166666667	13.781
3	86.28	2	0.166666667	14.38
4	89.875	2	0.166666667	14.979
5	93.47	2	0.166666667	15.578
6	97.065	2	0.166666667	16.178
7	99.32	1	0.083333333	8.2767
Total		12		89.445

Jadi harapan pemakaian bahan baku Arabika per bulan adalah 89,445 Kg, dan harapan pemakaian dalam 1 tahun adalah $12 \times 89,445 = 1.703,44\text{Kg}$

4.2 Standar Deviasi Bahan Baku

x = nilai pada data populasi

$\bar{x}$ = Nilai rata-rata pada data

$\bar{x} = \frac{\text{jumlah nilai keseluruhan data}}{\text{jumlah data}}$

$$= \frac{1073,34}{12} = 89,445$$

$$(x - \bar{x}) = (75,27 - 89,445)$$

$$= -14,175$$

$$(x - \bar{x})^2 = (-14,175)^2 = 200,93$$

Tabel 2. Data bahan baku

X	Xbar	(x-Xbar)	(x-Xbar) ²
75,27	89,445	-14,175	200,93
82,685	89,445	-6,76	45,698
82,685	89,445	-6,76	45,698
86,28	89,445	-3,165	10,017
86,28	89,445	-3,165	10,017
89,875	89,445	0,43	0,1849
89,875	89,445	0,43	0,1849
93,47	89,445	4,025	16,201
93,47	89,445	4,025	16,201
97,065	89,445	7,62	58,064
97,065	89,445	7,62	58,064
99,32	89,445	9,875	97,516
1073,34			558,78

Dari analisis data di atas dapat di cari nilai Standar Deviasi:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n}} = \sqrt{\frac{558,77575}{12}} = 6,8238$$

Disini diartikan bahwa standar deviasi atau perilaku penyimpangan untuk bahan baku Arabika sebesar 6,8283 Kg/tahun.

4.3 Uji Kenormalan Data

- **Uji Kolmogorov-Smirnov Bahan Baku Arabika**

Pengujian Hipotesa:

H_0 = Data berdistribusi normal

H_a = Data tidak berdistribusi normal

x = Data Sampel

f_{rek}

= banyaknya nilai x_i pada data sampel

$f_{(x)}$ = probabilitas frekuensi

$$f_{(x)} = \frac{\text{frekuensi}}{\text{jumlah data}} = \frac{1}{12} = 0,083333$$

F_t = frekuensi kumulatif

F_t

= nilai probabilitas frekuensi

+ nilai frekuensi selanjutnya

$\bar{x}$ = rata - rata nilai sampel

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{1073,34}{12} = 89,445$$

s = simpangan baku (standar deviasi)

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{89,445}{11}} = 7,127$$

$$z = \frac{x - \bar{x}}{s} = \frac{75,27 - 89,445}{7,127} = -1,98$$

F_s = peluang kumulatif teoritis
(tabel z distribusi normal)

D_{hitung}

= nilai maksimum dari data sampel

4.4 Hasil keputusan

Dengan melihat perhitungan pada tabel nilai $D_{hitung} = 0,088$. Nilai kuantil statistik uji Kolmogorov - Smirnov $1 - \frac{\alpha}{2}$ dengan $n = 12$ adalah 0,375. Karena nilai kuantil lebih besar dari nilai D maka H_0 diterima sehingga data mengikuti distribusi normal.

4.5 Q Optimal

- **Bahan baku Arabika**

Dengan menggunakan:

$$Q = \sqrt{\frac{2D(S + BK \sum(K_i - SP)P(K_i))}{h}}$$

Diasumsikan bahwa $\sum(K_i - SP)P(K_i) = 0$ sehingga menjadi

$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{h}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2(1073,34)(194.500)}{117.000}} = 59,73 \text{ Kg}$$

4.6 P(KP) Optimal

- **Bahan baku Arabika**

$$P(KP) = \frac{h \cdot Q}{D \cdot BKP}$$

$$P(KP) = \frac{9.750(206,94)}{1073,34(35.000)}$$

$$P(KP) = 0,0537$$

Pada dasarnya $P(KP) = 0,0537$ tidak terdapat didalam Tabel Kurva Normal karena nilai tersebut antara nilai 0,0517 pada $Z = 0,13$ dan nilai 0,0557 pada $Z = 0,14$. Oleh karena itu, teknik interpolasi linear harus diterapkan.

Jadi, nilai Z atau faktor keamanan adalah 0,1320

4.7 Persediaan Cadangan dan Saat Pesan Ulang

- **Bahan baku Arabika**

Persediaan cadangan = faktor keamanan $\times \sigma$

Persediaan cadangan = $0,1320 \times 6,82 = 0,9$

Saat pesan ulang

Persediaan cadangan

+ harapan pemakaian selama lead time

$$= 0,9 + 11,8 = 12,7 \text{ dibulatkan menjadi } 13$$

Jadi, persediaan cadangan dan saat pesan ulang untuk bahan baku Arabika adalah 0,9 Kg dan 13 Kg.

4.8 Biaya Total Persediaan

• Bahan baku Arabika

$$BS = h (SP - HP)$$

$$BS = 117.000 (13 - 11,8) = 140.400$$

$$BTP = \frac{D}{Q}s + \frac{Q}{2}h + BS + BKP$$

$$BTP = \frac{1073,34}{59,73}(194.500) + \frac{59,73}{2}(9.750)$$

$$+ 140.400 + 35.000$$

$$BTP = 17,97(194.500) + 29,87(9.750) + 140.400 + 35.000$$

$$BTP = 3.945.257,5$$

Jadi, biaya total persediaan untuk bahan baku Arabika adalah Rp. 3.945.257,5

Dari hasil perhitungan persediaan bahan baku dengan metode *economic order quantity probabilistik model (q,r)* didapatkan hasil biaya pengendalian persediaan bahan baku yang cukup optimal yaitu Rp.6.706.208,- dengan jumlah kebutuhan masing-masing bahan baku dan jumlah pemesanan masing-masing yang cukup optimal maka metode *economic order quantity probabilistik dengan model (q,r)* sangat cocok digunakan untuk pengendalian persediaan bahan baku di Sruput Kopi

V. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan yaitu:

1. Q Optimal bahan baku dengan metode EOQ Probabilistik Model (q,r) yaitu bahan baku Arabika 59.73 Kg, bahan baku Gula Aren 4.48 Kg, bahan baku Air 60.37 L, bahan baku freshmilk 30.21 L, bahan baku es Batu 23.03 Kg, bahan baku Susu 11.37 Kg, bahan baku Sirup 6.93 Kg, bahan baku Es Cream 2.50 Kg.
2. r Optimal bahan baku dengan metode EOQ Probabilistik Model (q,r) yaitu bahan baku Arabika 13 Kg, bahan baku Gula Aren 0.6 Kg, bahan baku Air 17 L, bahan baku Freshmilk 9.6 L, bahan baku Es Batu 6.6 Kg, bahan baku Susu 2.6 Kg, bahan baku Sirup 1.6 Kg, bahan baku Es Cream 0.09 Kg.
3. Total biaya persediaan bahan baku yang optimal yaitu Rp. 6.706.208,-

5.2 Saran

1. Untuk memperoleh biaya yang minimal dalam pengendalian persediaan bahan baku, hendaknya perusahaan menggunakan aplikasi metode *economic order quantity probabilistik model (q,r)*

2. Metode *economic order quantity probabilistik model (q,r)* membutuhkan ketelitian perhitungan, oleh sebab itu disarankan agar dalam praktek dilakukan oleh kualitas sumber daya manusia yang mampu memahami metode ini.

Daftar Pustaka

- [1]. Assauri, S. 1993. *Manajemen Produksi dan Operasi* Edisi Keempat. In Jakarta: Lembaga Penerbit Ekonomi Universitas Indonesia.
- [2]. Daniel, W.W., 1989. *Statistika nonparametrik terapan*. In Jakarta: PT Gramedia.
- [3]. Dristiana, F., & Sukmono, T., 2015. *Pengendalian Persediaan Bahan Baku Obat Dengan Menggunakan Metode EOQ Probabilistik Berdasarkan Peramalan Exponential Smoothing* Pada PT. XYZ. *SPEKTRUM INDUSTRI*, 13, 181. <https://doi.org/10.12928/si.v13i2.2695>
- [4]. Frantogi, E. 2016. *Usulan Perbaikan Sistem Persediaan Bahan Baku Steel Cord 0.115 Mikron Menggunakan Metode Continous Review* DI PT. XX. President University.
- [5]. Ma'arif, H. S. 2020. *Pengendalian Persediaan Bahan Baku Secara Probabilistik (Studi Kasus: UD. KS PRO, SIDOARJO)*. Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
- [6]. Ristono, A. 2009, *Manajemen Persediaan*": Penerbit Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [7]. Satria, A., 2014, *Penerapan Metode Economic Order Quantity (EOQ) Probabilistik Menggunakan Model (Q, R) pada Pengendalian dan Persediaan Obat Antinyeri Mefinal 500mg*. *Jurnal Mahasiswa Statistik*, 2(2).
- [8]. Setiawati, R., 2014, *Mengukur Tingkat Keakuratan Penggunaan Pendekatan Sebaran Normal Pada Model Economic Order Quantity Probabilistik Model (q, r)*.
- [9]. Siswanto, S., & Erlangga, M. S., 2007, *Operation Research*. In Jakarta: Erlangga.
- [10]. Supranto, J., 2009, *Statistik Teori dan Aplikasi Edisi Ketujuh*. Erlangga.
- [11]. Tabel Nilai Kritis Uji Kolmogorov - Smirnov Pendekatan. (n.d.). *Universitas Gajah Mada, Fakultas Teknik*, 161. https://www.academia.edu/32862429/Tabel_Nilai_Kritis_Uji_Kolmogorov_Smirnov
- [12]. *Tabel Sebaran Peluang Kumulatif Normal Z*. 1867. 1–2.
- [13]. Werti, W. A., Sudarno, S., & Mukid, M. A. 2015, *Analisis Pengendalian Persediaan Produk Oli Menggunakan Metode Economic Order Quantity Probabilistik Dengan Model (Q, r)*(Studi Kasus Di Bengkel Maju Jaya Tuban). *Jurnal Gaussian*, 4(2), 413–420.
- [14]. Winston, W. L., 1994, *Operation Research: Applications and Algorithms* 3th Edition. Wadsworth. Inc., USA.