

OPTIMALISASI PENDISTRIBUSIAN TELUR MENGGUNAKAN METODE FUZZY INTEGER TRANSPORTATION

Vivi Siska^{1*}, Eko Hari Parmadi²

¹²Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma Kampus III Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta

*Email: vivi756.vs@gmail.com

Abstrak

Salah satu masalah pada pendistribusian telur adalah jumlah persediaan maupun permintaan yang tidak tetap. Penyelesaian masalah distribusi telur menggunakan metode transportasi tegas hanya mampu mendapatkan biaya minimum distribusi serta pendistribusian telur dari kandang ke konsumen. Namun dalam kenyataannya biaya distribusi tersebut sering menjadi batasan dikarenakan ketidakterersediaan dana. Hal ini tidak mampu diatasi dengan metode transportasi biasa. Metode Fuzzy Integer Transportation digunakan untuk menyelesaikan permasalahan pendistribusian telur dimana jumlah persediaan maupun permintaan telur yang tidak tetap serta ketersediaan dana untuk biaya distribusi yang terbatas. Pada sistem yang dibangun ini, fungsi keanggotaan permintaan dan persediaan menggunakan fungsi segitiga L-L, dan fungsi keanggotaan untuk biaya distribusi menggunakan fungsi setengah bahu L-L. Sistem ini dibangun berbasis web dengan bahasa pemrograman java. Hasil uji coba dengan menggunakan fuzzy transportation diperoleh biaya distribusi yang lebih rendah dibandingkan dengan biaya minimum distribusi dengan transportasi tegas. Namun demikian, permintaan dari konsumen tidak sepenuhnya terpenuhi. Permintaan konsumen akan terpenuhi apabila biaya distribusi yang disediakan sama dengan atau lebih besar dari biaya minimum distribusi pada transportasi tegas.

Kata kunci: Biaya Distribusi; Distribusi Telur; Fuzzy Integer Transportation; Transportasi Tegas

1. PENDAHULUAN

Dunia bisnis saat ini mengalami perkembangan yang cukup pesat. Perusahaan dituntut untuk mampu bersaing dengan perusahaan lainnya yang bergerak di bidang yang sama. Salah satu strategi yang dapat digunakan untuk memenangkan persaingan bisnis adalah dengan menekan biaya distribusi barang seminimal mungkin. Faktor-faktor yang mempengaruhi suatu proses distribusi barang antara lain kapasitas gudang yang dimiliki oleh distributor, permintaan barang oleh toko dan konsumen serta biaya pengiriman dari distributor ke toko maupun dari toko ke konsumen (Kusumadewi, S., dan Purnomo, H., 2004). Masalah Transportasi adalah bagian dari “*operation research*” yang bertujuan untuk memperoleh biaya yang minimum dalam mendistribusikan barang dari sumber ke tujuan (Murthy, P. Rama, 2007).

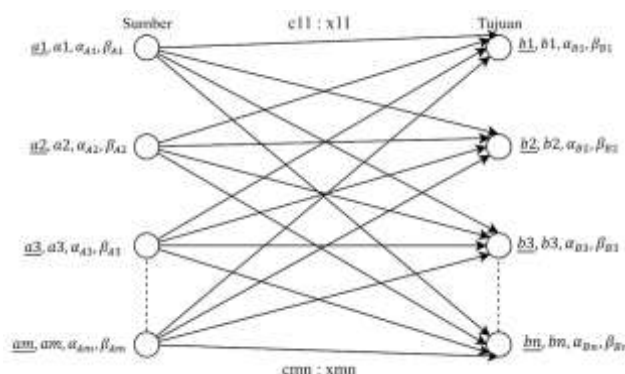
Kapasitas produksi di kandang selalu tidak bisa dipastikan jumlahnya. Selain itu, persediaan telur di toko juga sangat bergantung dengan jumlah produksi di kandang ayam. Permintaan telur dari konsumen juga tidak tetap. Oleh karena itu, penelitian ini akan menggunakan himpunan kabur (*fuzzy set*) untuk menyelesaikan masalah pendistribusian telur dari kandang menuju ke konsumen. Himpunan kabur digunakan untuk memodelkan fungsi keanggotaan jumlah produksi telur, jumlah permintaan toko dan jumlah permintaan konsumen. Oleh karena itu, penelitian ini akan menerapkan himpunan kabur dalam masalah transportasi untuk mendistribusikan telur ayam dengan biaya transportasi sekecil mungkin. Penelitian ini diharapkan dapat membantu supplier telur ayam dalam meminimumkan biaya transportasi.

2. METODOLOGI

2.1. Fuzzy Transportation

Model Transportasi merupakan suatu model yang berhubungan dengan distribusi suatu barang tertentu dari sejumlah sumber (*sources*) ke berbagai tujuan (*destinations*). Terdapat biaya transportasi per unit barang dari setiap rute (dari sumber ke tujuan). Suatu proses pengaturan distribusi barang dari tempat yang memiliki atau menghasilkan barang tersebut dengan kapasitas tertentu ke tempat yang membutuhkan barang tersebut dengan jumlah kebutuhan tertentu agar biaya distribusi dapat ditekan seminimal mungkin.

Pada prakteknya, jumlah permintaan dan persediaan ini tidak dapat diketahui dengan pasti. Apabila hal ini terjadi, maka salah satu solusinya dapat dicari dengan menggunakan operasi himpunan *fuzzy*. Model transportasi *fuzzy* dapat direpresentasikan seperti pada gambar 1. Berikut ini:



Gambar 1. Representasi Model Transportasi dengan Sumber dan Tujuan Fuzzy

Masalah transportasi hanya bisa diselesaikan jika $\sum am = \sum bn$. Pada penelitian ini hanya akan membahas kasus dimana $\sum am \geq \sum bn$. Oleh karena itu, hasil pendistribusian telur akan selalu ada sisa telur pada sumber atau jumlah telur pada sumber dan tujuan sama banyak.

Algoritma *fuzzy integer transportation problem* adalah :

1. Tetapkan $\lambda(1) = 0$ dan $\lambda(2) = 1$.
2. Selesaikan masalah (2.11) untuk $\lambda = \lambda(1)$.
 - a. Jika masalah tersebut feasible dan $c(x(\lambda(1))) \in G^{\lambda(1)}$, ke langkah-3.
 - b. Jika tidak, berhenti. Masalah (1) *infeasible* ($\mu_D(x) = 0$, untuk setiap x)
3. Selesaikan masalah (2.11) untuk $\lambda = \lambda(2)$.
 - a. Jika masalah tersebut *feasible* dan $c(x(\lambda(2))) \in G^{\lambda(2)}$, berhenti. $x(\lambda(2))$ adalah solusi optimal untuk masalah (2.6) dengan $\mu_D(x) = 1$
 - b. Jika tidak, ke langkah-4.
4. Hitung $\mu(\text{half}) = (\mu(1) + \mu(2))/2$. Ke langkah-5.
5. Selesaikan masalah (2.11) untuk $\lambda = \lambda(\text{half})$
 - a. Jika masalah *infeasible*, maka tetapkan $\lambda(2) = \lambda(\text{half})$. Ke langkah-6.
 - b. Jika tidak, kerjakan :
 - i. Jika $\mu_G(x(\lambda(\text{half}))) = \mu_c(x(\lambda(\text{half})))$, maka $(x(\lambda(\text{half})))$ adalah solusi optimal untuk masalah (2.12). Berhenti.
 - ii. Jika $\mu_G(x(\lambda(\text{half}))) > \mu_c(x(\lambda(\text{half})))$, maka $\lambda(1) = \mu_c(x(\lambda(\text{half})))$, ke langkah-6.

- iii. Jika $\mu_G(x(\lambda(half))) < \mu_c(x(\lambda(half)))$, maka $\lambda(2) = \mu_c(x(\lambda(half)))$, atau jika $\lambda(2) = \mu_c(x(\lambda(half)))$, maka $\lambda(2) = \lambda(half)$. Ke langkah-6.
- 6. Jika $\lambda(2) - \lambda(1) < \epsilon$, ke langkah-4. Jika tidak, cek apakah masalah (2.11) untuk $\lambda = \lambda(1)$ adalah minimal extension dari masalah (2.11) untuk $\lambda = \lambda(2)$. Jika tidak ke langkah-4. Jika ya, berhenti, salah satu solusi yaitu $x(\lambda(1))$ atau $x(\lambda(2))$ adalah solusi optimal untuk masalah (2.6). Jika masalah (2.10) infeasible untuk $x(\lambda(2))$, maka $x(\lambda(1))$ adalah solusi optimal untuk masalah (2.6). Nilai ϵ biasanya berkisar antara $0,05 \leq \epsilon \leq 0,1$.

2.2. Least Cost Method (cij atau biaya terkecil)

Prinsip metode cij adalah pemberian prioritas pengalokasian yang mempunyai biaya satuan terkecil (biaya per unit terkecil). Pengalokasian awal yaitu pada kotak dalam tabel yang mempunyai biaya terendah (Sri Mulyono, 2002).

2.3. Stepping Stone Method (SS)

Metode ini dalam merubah alokasi produk untuk mendapatkan alokasi produksi yang optimal menggunakan cara *trial and error* atau coba-coba. Walaupun mengubah alokasi dengan cara *trial and error*, namun ada syarat yang harus diperhatikan yaitu dengan melihat pengurangan biaya per unit yang lebih besar dari pada penambahan biaya per unitnya. Perubahan bisa dari kotak terdekat atau bisa juga pada kotak yang tidak berdekatan dengan melihat pengurangan biaya per unit yang lebih besar dari pada penambahan biaya per unit (Sri Mulyono, 2002).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan merupakan data dari JT selama 7 hari. Data tersebut kemudian akan diolah dan akan mendapatkan nilai rata-rata dan standar deviasinya. Kemudian biaya pengiriman per kg telur akan didapatkan dari perhitungan pengeluaran bensin dan biaya supir. Data tersebut kemudian di transformasikan sesuai dengan bentuk L-L. Persediaan telur yang dimiliki oleh masing-masing kandang, permintaan dari masing-masing toko serta biaya atau ongkos dari masing-masing kandang ke masing-masing toko tertera dalam tabel 1. Adapun persediaan telur yang dimiliki oleh masing-masing toko, permintaan dari masing-masing konsumen serta biaya atau ongkos dari masing-masing toko ke masing-masing konsumen tertera dalam tabel 2.

Tabel 1. Tabel Hasil Perhitungan Biaya Transportasi dari Kandang i ke Toko j

	Toko 1	Toko 2	Toko 3	Persediaan
Kaliurang	80	37	111	120
Cangkringan	156	56	164	447
Permintaan	120	300	147	567

Tabel 2. Tabel Hasil Perhitungan Biaya Transportasi dari Toko i ke Konsumen j

] Persediaan				
	D	A	T	ST	NA
Toko 1	13	84	81	36	231
Toko 2	42	49	53	24	91
Toko 3	50	1	1	24	51
Permintaan	137	97	90	154	36

Tujuan dari proses pendistribusian telur ini adalah meminimumkan biaya transportasi yang akan dikeluarkan dari proses distribusi telur. Proses pendistribusian akan dilakukan sebanyak 2 kali yaitu pendistribusian dari kandang ke toko berdasarkan jumlah permintaan

dari toko. Hasil dari pendistribusian tersebut akan digunakan sebagai jumlah persediaan dari toko. Data tersebut kemudian akan digunakan untuk proses pendistribusian dari toko ke konsumen berdasarkan jumlah persediaan dari hasil pendistribusian sebelumnya dan jumlah permintaan dari masing-masing konsumen. Kemudian permasalahan di atas akan diselesaikan dengan metode *fuzzy integer transportation*.

3.1. Penyelesaian Masalah Transportasi Tabel 1. dan Tabel 2. dengan Menggunakan Transportasi Tegas

Tabel 3. Hasil pendistribusian tegas dari kandang ke toko

	Toko 1	Toko 2	Toko 3	Persediaan
Kaliurang	120		0	120
Cangkringan		300	147	447
Permintaan	120	300	147	567

Total biaya distribusi : Rp. 50508, Hasil pendistribusian dari kandang ke toko akan menjadi jumlah persediaan toko untuk melakukan pendistribusian ke konsumen. Toko 1 : 120 kg, toko 2 : 300 kg dan toko 3 : 147 kg. Total biaya distribusi : Rp. 11353.0

Tabel 4. Hasil pendistribusian tegas dari toko ke konsumen

	D	A	T	ST	NA	Dummy	Persediaan
Toko 1	120						120
Toko 2	17	40		154	36	53	300
Toko 3		57	90				147
Permintaan	137	97	90	154	36	53	567

Pada model transportasi tegas tidak ada batasan biaya transportasi yang harus dikeluarkan oleh JT. Sedangkan pada *fuzzy transportation* terdapat batasan biaya transportasi yang dimiliki oleh JT maka masalah yang akan diselesaikan adalah apakah dengan keterbatasan biaya transportasi tersebut JT tetap mampu mendistribusikan telur dari kandang ke konsumen dengan biaya seminimal mungkin.

3.2. Penyelesaian Masalah Transportasi Tabel 1. dan Tabel 2. dengan Menggunakan Fuzzy Transportation

Pada *fuzzy transportation* sebelum menyelesaikan permasalahan tabel 1 dan tabel 2. harus menentukan himpunan *fuzzy* jumlah persediaan dan permintaan baik di kandang, toko maupun konsumen. Nilai toleransi L untuk persediaan telur masing-masing kandang diperoleh dengan menghitung nilai rata-rata persediaan telur masing-masing kandang seperti pada Tabel 5. Dan Tabel 6, dilanjutkan dengan menentukan batasan masalah.

Tabel 5. Tabel Persediaan Telur dari Kandang D (Kaliurang)

Tanggal	05/02/ 2016	08/02/ 2016	10/02/ 2016	28/02/ 2016	29/02/ 2016	04/03/ 2016	05/02/ 2016
Jumlah (Kg)	140 Kg	80 Kg	140 Kg	120 Kg	140 Kg	100 Kg	120 Kg

Rata-rata 120 Kg, Toleransi (Tambahan stok) 23 Kg, Batasan masalah $1 = x_{11} + x_{12} \cong (120, 120, 23, 23)_{L-L}$

Tabel 6. Tabel Persediaan Telur dari Kandang C (Cangkringan)

Tanggal	14/03/ 2016	16/03/ 2016	19/03/ 2016	22/03/ 2016	24/03/ 2016	26/03/ 2016
Jumlah (Kg)	380 Kg	390 Kg	380 Kg	770 Kg	380 Kg	380 Kg

Rata-rata 447 Kg , Toleransi (Tambahan stok) 158 Kg, Batasan masalah 2 = $x_{21} + x_{22} \cong (447, 447, 158, 158)_{L-L}$

Adapun penentuan himpunan *fuzzy* jumlah permintaan masing-masing toko dapat dilihat pada Tabel 7., Tabel 8. dan Tabel 9. Nilai toleransi L untuk persediaan telur dari masing-masing toko diperoleh dengan menghitung nilai rata-rata persediaan telur, dilanjutkan dengan menentukan batasan masalah.

Tabel 7. Tabel Permintaan Telur dari Toko 1 (Jl. Magelang)

Rata - rata	Toleransi (Tambahan stok)
120	23

Batasan masalah 3 = $x_{11} + x_{21} \cong (120, 120, 23, 23)_{L-L}$

Tabel 8. Tabel Permintaan Telur dari Toko 2 (Jl. Affandi)

Rata - rata	Toleransi (Tambahan stok)
300	100

Batasan masalah 4 = $x_{12} + x_{22} \cong (300, 300, 100, 100)_{L-L}$

Tabel 9. Tabel Permintaan Telur dari Toko 3 (Jl. Bridjen Katamso)

Rata - rata	Toleransi (Tambahan stok)
147	25

Batasan masalah 5 = $x_{13} + x_{23} \cong (147, 147, 25, 25)_{L-L}$

Data di atas akan diproses terlebih dahulu untuk mendapatkan hasil pendistribusian yang akan digunakan sebagai data persediaan di toko. Adapun penentuan himpunan *fuzzy* jumlah permintaan telur oleh konsumen dapat dilihat pada Tabel 10. sampai Tabel 14. Nilai toleransi L untuk telur oleh konsumen diperoleh dengan menghitung nilai rata-rata data pada tabel 10 sampai tabel 14, dilanjutkan dengan menentukan batasan masalah.

Tabel 10. Tabel Permintaan Telur Konsumen Inisial AD

Tanggal	02/01/ 2016	06/01/ 2016	10/01/ 2016	12/01/ 2016	14/01/ 2016	16/01/ 2016	23/01/ 2016
Jumlah (Kg)	150 Kg	211 Kg	53 Kg	30 Kg	140 Kg	225 Kg	160 Kg

Rata-rata 137 Kg, Toleransi (Tambahan stok) 74 Kg, Batasan masalah 6 = $x_{11} + x_{21} + x_{31} \cong (137, 137, 74, 74)_{L-L}$

Tabel 11. Tabel Permintaan Telur Konsumen Inisial CA

Tanggal	08/01/ 2016	09/01/ 2016	12/01/ 2016	15/01/ 2016	16/01/ 2016	20/01/ 2016	22/01/ 2016
Jumlah (Kg)	150 Kg	211 Kg	53 Kg	30 Kg	140 Kg	225 Kg	160 Kg

Rata-rata 97 Kg , Toleransi (Tambahan stok) 24 Kg, Batasan masalah 7 =
 $x_{12} + x_{22} + x_{32} \cong (97, 97, 24, 24)_{L-L}$

Tabel 12. Tabel Permintaan Telur Konsumen Inisial GT

Tanggal	08/01/ 2016	09/01/ 2016	12/01/ 2016	15/01/ 2016	16/01/ 2016	20/01/ 2016	22/01/ 2016
Jumlah (Kg)	75 Kg	90 Kg	90 Kg	90 Kg	90 Kg	105 Kg	90 Kg

Rata-rata: 90 Kg , Toleransi (Tambahan stok) 9 Kg, Batasan masalah 8 =
 $x_{13} + x_{23} + x_{33} \cong (90, 90, 9, 9)_{L-L}$

Tabel 13. Tabel Permintaan Telur Konsumen Inisial BST

Tanggal	08/01/ 2016	09/01/ 2016	12/01/ 2016	15/01/ 2016	16/01/ 2016	20/01/ 2016	22/01/ 2016
Jumlah (Kg)	150 Kg	150 Kg	150 Kg	150 Kg	165 Kg	150 Kg	165 Kg

Rata-rata 154 Kg, Toleransi (Tambahan stok) 7 Kg, Batasan masalah 9 =
 $x_{14} + x_{24} + x_{34} \cong (154, 154, 7, 7)_{L-L}$

Tabel 14. Tabel Permintaan Telur Konsumen Inisial HNA

Tanggal	08/01/ 2016	09/01/ 2016	12/01/ 2016	15/01/ 2016	16/01/ 2016	20/01/ 2016	22/01/ 2016
Jumlah (Kg)	10 Kg	20 Kg	25 Kg	30 Kg	30 Kg	30 Kg	20 Kg

Rata-rata 36 Kg , Toleransi (Tambahan stok) 28 Kg, Batasan masalah 10 =
 $x_{15} + x_{25} + x_{35} \cong (36, 36, 28, 28)_{L-L}$

Hasil Pendistribusian *Fuzzy* :

1. *Fuzzy goal* (biaya distribusi) tanpa toleransi

Pendistribusian dari kandang ke toko

Anggaran = 50.508, toleransi = 0, nilai L-L pada kandang {23, 158}, nilai L-L pada toko {23, 100, 25} dan derajat *error* $\lambda = 0.05$.

2. *Fuzzy goal* (biaya distribusi) dengan toleransi

Pendistribusian dari kandang ke toko

Anggaran = 50.508, toleransi = 5.000, nilai L-L pada kandang {23, 158}, nilai L-L pada toko {23, 100, 25} dan derajat *error* $\lambda = 0.05$.

Tabel 15. Hasil pendistribusian fuzzy dengan anggaran dengan toleransi dari kandang ke toko

	Toko 1	Toko 2	Toko 3	Supply
K	120	0	0	120
C	0	300	147	447
Demand	120	300	147	567

Total Cost : Rp. 50508 dan $\lambda = 0.992$, Pendistribusian dari toko ke konsumen, Anggaran = 11.353, toleransi = 5.000, nilai L-L pada toko {23, 100, 25}, nilai L-L pada konsumen {74, 24, 9, 7, 28} dan derajat error $\lambda = 0.05$.

Tabel 16. Hasil pendistribusian fuzzy dengan anggaran dengan toleransi dari toko ke konsumen

	AD	CA	GT	BST	HNA	Supply
T1	120	0	0	0	0	120
T2	17	40	0	154	36	247
T3	0	57	90	0	0	147
Demand	137	97	90	154	36	514

Total Cost : Rp. 11335 dan $\lambda = 0.992$, Kesimpulan : ketika biaya yang disediakan sama dengan biaya minimum pada transportasi tegas maka permintaan konsumen akan sepenuhnya terpenuhi.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

- (1) Hasil perhitungan biaya minimum menggunakan *fuzzy transportation* lebih kecil atau sama dengan hasil perhitungan transportasi tegas. Hal ini dikarenakan pada transportasi tegas bertujuan untuk mencari biaya distribusi minimum sedangkan pada *fuzzy transportation* selain mencari biaya distribusi minimum anggaran untuk biaya distribusi juga diberikan dengan keterbatasan.
- (2) Permintaan konsumen akan terpenuhi apabila biaya transportasi yang disediakan sama dengan atau lebih besar biaya transportasi minimum dari perhitungan menggunakan transportasi tegas.
- (3) Jika biaya transportasi yang disediakan lebih kecil dari biaya transportasi minimum dari perhitungan transportasi tegas maka permintaan konsumen tidak sepenuhnya terpenuhi.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, A., dan Hartati, S., 2011. Aplikasi Sistem Pendukung Keputusan Distribusi Air Bersih dengan *Fuzzy Integer Transportation*. IJCCS Vol. 5, No. 2, Juli 2011 : 1 – 11.
- Chanas, S., dan Kuchta, D., 1998. Fuzzy Integer Transportation Problem, Fuzzy Set and System 98, 291 – 298.
- Ibnas, R., Musgami, H. K., 2017. Aplikasi Fuzzy Integer Transportation Optimasi Biaya Distribusi Sepeda Motor Pada PT. Nusantara Surya Sakti. Jurnal MSA Vol. 5, No.1, Jan – Juni 2017 : 14 – 23.
- Kusumadewi, S., dan Purnomo, H., 2004. Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Kusumadewi, S., 2003. Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya). Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Kusumadewi, S., dan Hartati, S., 2010. Neuro – Fuzzy : Integrasi Sistem Fuzzy & Jaringan Syaraf. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Nelwan, C., John S. Kekenusa dan Yohanes Langi, 2013. Optimasi Pendistribusian Air dengan menggunakan Metode Least Cost dan Metode Modified Distribution. Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Murthy, P. Rama, 2007. Operation Research. New Delhi : New Age Internasional (P) Ltd., Publishers.

- Sari, Deasy Permata, 2014. Optimasi Distribusi Gula Merah pada UD Sari Bumi Raya menggunakan Model Transportasi dan Metode Least Cost. Universitas Dian Nuswantoro, Semarang.
- Simbolon, Lolyta Damora, et al., (2010). Aplikasi Metode Transportasi dalam Optimasi Biaya Distribusi Beras Miskin (RASKIN) Pada Perum Bulog Sub Divre Medan. *Saintia Matematika*, Vol. 02, No. 03, 2014 : 299 – 311.
- Suryamaharani, D., 2017. Sistem Pendukung Pengambil Keputusan Pembelian Rumah menggunakan Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP). Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Sanata Dharma.
- Sri Mulyono, 2002. Riset Operasi, Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UI.