

Perancangan Rute Distribusi Beras Sejahtera Menggunakan Algoritma *Ant Colony Optimization* (Studi Kasus di BULOG Kabupaten Semarang)

Hery Suliantoro, Aries Susanty, Freddy Bachtiar Silaban
Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

bfreddysilaban@gmail.com

Abstrak

Kegiatan pendistribusian memiliki peranan yang sangat penting dalam supply chain. Distribusi merupakan kegiatan mengirimkan barang atau produk dari supplier atau produsen ke konsumen. BULOG subdivre Semarang bertanggungjawab dalam mendistribusikan beras sejahtera dari gudang ke titik-titik distribusi yang tersebar di 19 kecamatan yang ada. Dalam proses distribusi beras sejahtera yang dilakukan BULOG subdivre Semarang dibutuhkan biaya yang sangat besar dan waktu yang lama. Hal ini dikarenakan belum adanya perancangan rute distribusi sehingga jarak distribusi yang ditempuh tidak optimal dan penggunaan kendaraan yang tidak efektif. Penelitian ini bertujuan untuk merancang rute distribusi beras sejahtera dengan mengoptimalkan jarak yang dilalui dan juga penggunaan kendaraan menggunakan algoritma Ant Colony Optimization. Ant Colony Optimization adalah suatu metode optimasi metaheuristik yang mengadopsi perilaku koloni semut dalam mengambil makanan ke sarangnya. Ant Colony Optimization mengoptimalkan jarak antara titik distribusi yang satu dengan yang lain berdasarkan intensitas feromon pada masing-masing titik distribusi. Metode lama yang diterapkan PERUM BULOG subdivre Semarang membutuhkan jarak tempuh sejauh 1100,4 km dengan jumlah truk sebanyak 24 truk dan biaya distribusi sebesar Rp. 58.142.204,00. Rute yang dibentuk algoritma Ant Colony Optimization membutuhkan jarak tempuh sejauh 966,2 km dengan jumlah truk sebanyak 12 truk dan biaya distribusi yang dibutuhkan adalah sebesar Rp. 30.939.232,00. Dengan menerapkan rute hasil algoritma Ant colony optimization diperoleh pengurangan jarak sebesar 12%, penghematan biaya sebesar 47%, dan penghematan penggunaan truk sebesar 50% untuk sekali proses distribusi.

Kata kunci : *Distribusi, Beras sejahtera, Optimasi metaheuristik, Ant colony optimization*

Abstract

Distribution activity has a very important role in the supply chain. Distribution is an activity to send the goods or products from the supplier or manufacturer to the consumer. PERUM BULOG in Semarang district is responsible for distributing beras sejahtera from warehouses to distribution points spread over 19 districts. The distribution process that PERUM BULOG Semarang district applied to distribute beras sejahtera takes enormous costs and time. This is due to the lack of distribution design from PERUM BULOG Semarang district so the distribution distance is not optimal and ineffective use of vehicles. This research aims to design beras sejahtera distribution route by optimizing the distance to be traversed and also the use of vehicles using Ant Colony Optimization algorithms. Ant Colony Optimization is a metaheuristic optimization method which adopts the behavior of ant colonies in taking food to the nest. Ant Colony Optimization optimize the distance between points distribution one with the other distribution points based on the intensity of the pheromone that exist at each distribution point. From the old method that applied PERUM BULOG Subdivre Semarang requires 1100.4 km distance, 24 trucks and distribution costs Rp . 58,142,204.00 . From Ant Colony Optimization algorithm requires a distance of 966.2 km, 12 trucks and distribution costs needed is Rp . 30,939,232.00 . By applying these

Ant colony optimization algorithm results obtained distance reduction of 12% , the cost savings of 47% , and savings of 50% use of the truck to a distribution process

Keywords : *Distribution , Beras Sejahtera , metaheuristics optimization, Ant Colony Optimization*

1. Pendahuluan

Distribusi merupakan kegiatan memindahkan atau mengirimkan produk dari supplier atau produsen ke konsumen. Kegiatan distribusi bisa menjadi kunci bagi suatu perusahaan untuk mendapatkan keuntungan karena kegiatan distribusi secara langsung akan mempengaruhi biaya *supply chain* dan kebutuhan konsumen. Jaringan distribusi yang baik dapat mewujudkan *supply chain* yang baik untuk itu, perlu ditentukan jalur distribusi terbaik yang akan digunakan perusahaan dalam melakukan pendistribusian produknya

Penentuan jalur distribusi ini termasuk dalam *vehicle routing problem*. *vehicle routing problem* bertujuan untuk menentukan rute optimal untuk pengiriman suatu produk kepada sejumlah customer di beberapa lokasi yang berbeda dengan berbagai konstrain yang ditentukan. Rute optimal disini artinya adalah rute yang memenuhi berbagai konstrain operasional, yaitu total jarak dan waktu perjalanan terpendek dalam memenuhi permintaan konsumen serta menggunakan jumlah kendaraan yang terbatas. Salah satu metode yang sering digunakan untuk menyelesaikan *vehicle routing problem* adalah metode *ant colony optimization*.

Ant colony optimization diadopsi dari perilaku koloni semut yang dikenal sebagai sistem semut (Dorigo,1996). Secara alamiah koloni semut mampu menentukan rute terpendek dalam perjalanan dari sarang ke tempat-tempat sumber makanan. Koloni semut dapat menemukan rute terpendek antara sarang dan sumber makanan berdasarkan jejak kaki pada lintasan yang dilalui. Semakin banyak semut yang melalui lintasan maka akan semakin jelas jejak kakinya. Hal ini akan menyebabkan lintasan yang dilalui semut dalam jumlah sedikit,

semakin lama akan semakin berkurang kepadatan semut yang melewatinya, atau bahkan akan tidak dilewati sama sekali, dan sebaliknya, lintasan yang dilalui semut dalam jumlah banyak, semakin lama akan semakin bertambah kepadatan semut yang melewatinya, atau bahkan semua semut akan melalui lintasan tersebut.

PERUM BULOG Kabupaten Semarang bertanggung jawab dalam mendistribusikan beras sejahtera ke rumah tangga sasaran yang berada di kabupaten Semarang. Dalam mendistribusikan beras sejahtera, PERUM BULOG belum memiliki perencanaan sehingga terjadi pemborosan biaya dan pemborosan jarak yang cukup besar. PERUM BULOG kabupaten Semarang menerapkan metode *direct shipment* untuk mendistribusikan beras sejahtera. Dengan menerapkan metode ini PERUM BULOG Kabupaten Semarang membutuhkan biaya sebesar Rp. 58.142.204,00 dengan total jarak tempuh 1100,4 km dan jumlah truk sebanyak 24.

Melihat kondisi kebijakan distribusi dari PERUM BULOG kabupaten Semarang yang masih kurang baik, maka diperlukan suatu penelitian perencanaan sistem distribusi. Peneliti mencoba menerapkan metode *ant colony optimization* untuk menentukan rute distribusi beras sejahtera. Tujuan penelitian ini adalah merancang rute distribusi yang optimal dengan menggunakan algoritma *ant colony optimization* untuk meminimasi jarak tempuh dan mengoptimalkan penggunaan truk. Dengan algoritma *ant colony optimization* ini nantinya akan diperoleh rute distribusi dengan jarak yang optimal, jumlah truk, serta biaya yang dibutuhkan dalam pendistribusian beras sejahtera ke titik-titik distribusi.

2. Metodologi

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari PERUM BULOG kabupaten Semarang. Jumlah titik distribusi adalah 19 titik dan ada 2 jenis kendaraan yang digunakan. Untuk mencapai tujuan penelitian dilakukan langkah-langkah berikut :

2.1 Tahap Perhitungan Jarak antar Titik Distribusi

Tahap ini merupakan tahap pencarian jarak dari gudang ke titik distribusi dan jarak antar titik distribusi. Pencarian jarak ini menggunakan aplikasi *Google maps* dengan memasukkan alamat titik distribusi dan mencari jarak antar masing-masing titik.

2.2 Tahap Penentuan Rute Distribusi

Tahap ini merupakan tahap pencarian solusi yang optimal. Penentuan rute distribusi ini menggunakan algoritma *ant colony optimization*. Beberapa variabel dan parameter yang digunakan dalam algoritma ini adalah : banyak titik distribusi (n), jarak antar titik (d_{ij}), α adalah parameter penguapan feromon global ($0 < \alpha < 1$), β adalah parameter perbandingan jumlah feromon relative terhadap jarak ($\beta > 0$), ρ adalah parameter yang mewakili koefisien penguapan feromon, $\tau(i, j)$ adalah jumlah feromon pada jarak yang menghubungkan antar titik, τ_0 adalah feromon awal, $\eta(i, j)$ adalah *visibility* (invers dari jarak d_{ij}), C_{nn} adalah rute terjauh yang kemungkinan terjadi

Cara kerja algoritma *ant colony optimization* adalah sebagai berikut:

1. Penetapan parameter, seperti banyak titik distribusi (n), α , β , ρ .
2. Membuat matriks *visibility* $\eta(i, j) = \frac{1}{d_{ij}}$

1. Menentukan matriks feromon awal, $\tau_0 = \frac{n}{C_{nn}}$

2. Semut ditempatkan pada titik awal yang berbeda-beda, kemudian semut mulai membuat sebuah perjalanan menuju titik pertama secara acak.

3. Memilih titik distribusi berikutnya dengan aturan transisi status.

$$P_{ij}^k \begin{cases} \frac{[\tau(i, j)]^\alpha \cdot [\eta(i, j)]^\beta}{\sum_{u \in J_i^k} [\tau(i, u)]^\alpha [\eta(i, u)]^\beta}, & \text{jika } j \in J_i^k \\ 0 & , \text{ untuk } j \text{ lainnya} \end{cases}$$

4. Update jumlah feromon dengan menggunakan persamaan

$$\tau(i, j) = (1 - \rho) \cdot \tau(i, j) + \sum_{k=1}^m \Delta\tau(i, j)$$

5. Ulangi sampai setiap semut mengunjungi semua titik distribusi.

6. Sesuaikan permintaan masing-masing titik distribusi dengan kapasitas truk. Apabila kapasitas truk sudah penuh maka truk harus kembali ke gudang dan pendistribusian untuk titik berikutnya akan digunakan truk lain.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Tahap Perhitungan Jarak antar Titik Distribusi

Dengan menggunakan aplikasi *Google maps* diperoleh jarak dari gudang ke titik distribusi dan antar titik distribusi ditunjukkan pada tabel 3.1 berikut :

Tab 3.1 data jarak antar gudang dan titik distribusi

	(0)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
GUDANG (0)	0	26.6	27.1	36	39.9	28.4	14.8	5.2	9.9	11.5	20.8	5.3	12.5	3.3	12.9	21.6	12.9	8.4	17.7	20.4
GETASAN (1)		0	16.3	22.5	29	17.6	15.8	17.3	15.3	21.1	32.8	20.4	27.8	23.5	21.9	29.2	30.3	27.1	40.5	39.7
TENGARAN (2)			0	10.7	12.7	12.3	14.7	22	24.7	35.7	41.7	29.4	37.2	30.4	20.8	30.1	35	32.5	47.4	44.7
SUSUKAN (3)				0	10.1	18.1	23.5	32.7	33.5	39.4	51.6	38.3	46	39.2	29.6	37.8	43.8	41.3	56.2	53.5
KALIWUNGU (4)					0	26.7	27.4	34.7	37.4	48.4	54.5	42.2	49.9	43.1	33.5	42.8	47.8	45.2	60.1	57.4
SURUH (5)						0	15.3	23.2	25.9	36.9	43	30.7	38.4	31.6	19.7	20.2	36.3	33.7	48.6	45.9
PABELAN (6)							0	10.8	17.4	23.3	29.4	17.1	24.8	18	6.1	14.8	22.7	20.1	35.9	32.4
TUNTANG (7)								0	12.1	13.7	19.8	7.5	17.5	8.4	8.6	17.2	13	10.5	25.4	19.6
BANYUBIRU (8)									0	6.2	18.7	5.1	12.9	13.2	18.8	27.5	17.8	15.2	30.4	27.7
JAMBU (9)										0	12.2	5.3	9.4	14.8	20.4	29.1	19.4	16.8	32	29.3
SUMOWONO (10)											0	12.2	4.5	15.3	27	35.6	20.7	16.5	24.8	24.9
AMBARAWA (11)												0	7.8	8.6	14.8	23.5	13.2	10.6	21.7	19.8
BANDUNGAN (12)													0	10.8	22.4	31.1	16.2	15.2	23	20.4
BAWEN (13)														0	14	22.7	13.8	4.4	13.7	13.5
BRINGIN (14)															0	8.7	16.9	18.2	31.9	30.4
BANCAK (15)																0	25.6	26.9	41.8	39.1
PRINGAPUS (16)																	0	4.6	14.9	9.8
BERGAS (17)																		0	11.3	9.3
UNG. BARAT (18)																			0	8.6
UNG. TIMUR (19)																				0

3.2 Tahap Penentuan Rute Distribusi

Rute yang terpilih adalah rute yang dibentuk semut ke 17 dengan panjang rute 966.2 km dan membutuhkan 12 truk. Dari rute tersebut, berikut merupakan pembagian rute dan total biaya distribusi yang dibutuhkan :

Truk	Rute
Truk 1	Tahap 1 : Gudang – tuntang – gudang
	Tahap 1 : Gudang – susukan – gudang
Truk 2	Tahap 1 : Gudang – jambu – bandungan – gudang
	Tahap 1 : Gudang – sumuwono – gudang
Truk 3	Tahap 1 : Gudang – Ungaran barat – ungaran timur – gudang
	Tahap 1 : Gudang – bringin – gudang
Truk 4	Tahap 1 : Gudang – pabelan – gudang
	Tahap 1 : Gudang – tengaran - gudang
Truk 5	Tahap 1 : Gudang – kaliwungu – suruh – gudang
Truk 6	Tahap 1 : Gudang – getasan - gudang
	Tahap 1 : Gudang – bancak - gudang
Truk 7	Tahap 1 : Gudang – pringapus – gudang
	Tahap 1 : Gudang – bergas – bawen – gudang
Truk 8	Tahap 2 : Gudang – bawen – tuntang – gudang
	Tahap 2 : Gudang – tengaran – susukan – gudang
Truk 9	Tahap 2 : Gudang – bringin – pabelan – gudang
	Tahap 2 : Gudang – suruh – gudang
Truk 10	Tahap 2 : Gudang – getasan – banyubiru – gudang
	Tahap 2 : Gudang – bandungan – pringapus- ungaran timur – gudang
Truk 11	Tahap 1 : Gudang – ambarawa – banyubiru – gudang
	Tahap 3 : Gudang – pabelan – suruh – susukan – gudang
Truk 12	Tahap 3 : Gudang – ungaran timur – gudang

Biaya Variabel	= Rp. 2.539.232
Biaya Tetap	
Gaji Supir (Rp. 100.000/hari)	= Rp. 100.000 x 1 = Rp. 1.200.000
Gaji Kernet (Rp. 100.000/hari)	= Rp. 100.000 x 12 = <u>Rp. 1.200.000</u> +
Total	= Rp. 2.400.000

Biaya Sewa Truk	
18 ton (Rp.2.200.000/hari)	= Rp. 2.200.000 x 11 = Rp. 24.200.000
8 ton (Rp. 1.800.000/hari)	= Rp. 1.800.000 x 1 = <u>Rp. 1.800.000</u> +
Total	= Rp. 26.000.000

Biaya Total Distribusi

$$\begin{aligned}
 &= \text{Biaya Variabel} + \text{Biaya Tetap} + \text{Biaya Sewa Truk} \\
 &= \text{Rp. 2.539.232} + \text{Rp. 2.400.000} + \text{Rp. 26.000.000} \\
 &= \text{Rp. 30.939.232,00}
 \end{aligned}$$

Secara perhitungan keseluruhan dari total biaya distribusi antara sistem distribusi yang baru dengan sistem distribusi yang lama, terdapat selisih sebesar Rp. 26.402.972,00 dan pengurangan penggunaan truk sebanyak 12 truk

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pola distribusi optimal yang terpilih adalah :

Truk 1 : Gudang – tuntang – gudang ;
Gudang – susukan – gudang

Truk 2 : Gudang – jambu – bandungan – gudang ; Gudang – sumuwono – gudang

Truk 3 : Gudang – Ungaran barat – ungaran timur – gudang ; Gudang – bringin – gudang

Truk 4 : Gudang – pabelan – gudang ; Gudang – tengaran - gudang ;

Truk 5 : Gudang – kaliwungu – suruh – gudang

Truk 6 : Gudang – getasan - gudang ; Gudang – bancak - gudang

Truk 7 : Gudang – pringapus – gudang ; Gudang – bergas – bawen – gudang

Truk 8 : Gudang – bawen – tuntang – gudang ; Gudang – tengaran – susukan – gudang

Truk 9 : Gudang – bringin – pabelan – gudang ; Gudang – suruh – gudang

Truk 10 : Gudang – getasan – banyubiru – gudang ; Gudang – bandungan – pringapus- ungaran timur – gudang

Truk 11 : Gudang – ambarawa – banyubiru – gudang ; Gudang – pabelan – suruh – susukan – gudang

Truk 12 : Gudang – ungaran timur – gudang

2. Total jarak awal yang harus ditempuh dengan menggunakan metode yang lama adalah sejauh 1100,4 km dan membutuhkan total biaya sebesar Rp. 57.342.204,00. Dengan menggunakan algoritma *ant colony optimization*, diperoleh rute optimal dengan total jarak

tempuh untuk menyelesaikan proses distribusi sejauh 966,2 km dan total biaya yang dibutuhkan adalah Rp. 30.939.232,00. Pengurangan total jarak dan total biaya ini menghasilkan pengurangan jarak sebesar 12% dan penghematan biaya sebesar 46% untuk sekali proses distribusi.

3. Jumlah truk yang dibutuhkan dalam mendistribusikan beras sejahtera ke 19 titik distribusi dengan penerapan metode yang lama adalah sebanyak 24 truk. Dengan menerapkan metode algoritma *ant colony optimization* diperoleh jumlah truk yang lebih sedikit. Jumlah truk yang dibutuhkan untuk mendistribusikan beras sejahtera ke 19 titik distribusi menjadi 12 truk. Penghematan penggunaan truk dengan menerapkan algoritma *ant colony optimization* adalah sebesar 50%.

Saran untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya memasukkan variabel-variabel *time-windows*, kemacetan jalan, serta kendala- kendala yang dapat mengubah kecepatan truk agar output yang dihasilkan lebih baik.

Daftar Pustaka

- Chopra, Sunil and Meindl, Peter. 2007. *Supply Chain Management – Strategy Planning and Operation*, 3rd Edition, New Jersey : Prentice Hall.
- Dorigo, M., dan Gambardella, L., 1996. *Ant Colony System: A Cooperative learning Approach to the Traveling Salesman Problem*. Université Libre de Bruxelles, Belgium.
- Dorigo, M., dan Gambardella, L. M. 1997. *Ant colonies for the traveling salesman problem*. Université Libre de Bruxelles, Belgium.
- Maharani, Warih. 2009. *Analisis algoritma hybrid ant colony optimization (aco) dan local search untuk optimasi pemotongan bahan baku*. SNATI2009 1907-5022
- Mutakhirroh, I'ing., Indrato, dan Taufiq Hidayat. 2007. *Pencarian jalur terpendek menggunakan algoritma semut*. SNATI2009 1907-5022
- Sari, I. N, dan Widodo, Agus. 2009. *Penentuan Rute yang Optimal Pada Distribusi Kacang Menggunakan Ant Colony System*. Jurusan Matematika, Universitas Brawijaya.