

Decision Support System Pada Pengiriman Logistik Menggunakan Metode G-VRPTW

Kurnia Iswardani¹, Imam Marzuki², Haryono³

^{1,2,3}Universitas Pancà Marga

Jl Yos Sudarso 107 Pabean Dringu Probolinggo, Telp.(0335)422715

kurnia.iswardani@upm.ac.id

Abstract

Air pollution gets worse every year, one of the contributing factors to the worsening of air pollution is the increasingly busy delivery of goods between regions and within regions. PT X is a distributor that delivers goods in the form of flour products. Every day.. There are 40 consumers in several areas and not close to each other. The vehicles used are several trucks. The problem faced is the high cost of penalties because they often experience delays in the delivery and the use of fuel is quite high, automatically it will be directly proportional to the air pollution produced. This is one of the cases of the Green Vehicle Routing Problem Time Windows (GVRPTW). These problems include NP-Hard, which means that it takes a lot of computational effort to find the best solution. One method that can be used for this problem is the Ant colony Optimization (ACO) method. The output of this algorithm is the fuel costs and the route that is passed.

Keywords: G-VRPTW, metaheuristic, ACO

Abstrak

Pencemaran udara tiap tahun semakin memburuk, salah satu yang berkontribusi memburuknya pencemaran udara adalah semakin ramainya pengiriman barang antar daerah dan dalam daerah. PT X adalah distributor yang mengirimkan barang berupa produk tepung. Konsumen yang dimiliki berjumlah 40 yang berada di beberapa wilayah dan tidak saling berdekatan. Kendaraan yang digunakan berupa beberapa truk.. Permasalahan yang dihadapi adalah tingginya biaya penalty karena sering mengalami keterlambatan dalam pengiriman dan penggunaan BBM cukup tinggi otomatis akan berbanding lurus terhadap polusi udara yang dihasilkan. Ini merupakan salah satu kasus Green Vehicle Routing Problem Time Windows (GVRPTW). Permasalahan ini termasuk NP-Hard yang berarti perlu usaha komputasi yang besar untuk mencari solusi terbaik. Salah satu metode yang bisa digunakan untuk permasalahan ini adalah metode Ant colony Optimization (ACO). Output dari algoritma ini adalah biaya BBM dan rute yang dilewati.

Kata kunci: G-VRPTW, metaheuristik, ACO

1. PENDAHULUAN

Pencemaran udara menjadi isu besar akhir-akhir ini. Berbagai pihak berusaha untuk terus meminimalisir pencemaran udara. Salah satu pihak yang ikut andil dalam tingginya pencemaran udara sekitar 50% adalah transportasi logistik [1]. Transportasi logistik melakukan pendistribusian barang dari satu tempat ke tempat lain untuk memenuhi permintaan konsumen. Jarak total yang dilalui kendaraan logistik berbanding lurus dengan pengeluaran emisi gas karbondioksida. Transportasi adalah sektor penting untuk jasa pengiriman barang maupun penumpang, tetapi hal ini bisa berdampak sangat fatal untuk kesehatan dunia jika tidak diimbangi oleh penghijauan jalan raya [2]. Transportasi yang berdampak sedikit untuk kesehatan manusia dan lingkungan disebut Green transportasi [3].



PT X adalah supplier yang mendistribusikan barang (tepung) ke 40 distributor setiap harinya. 40 distributor tersebut tersebar ke beberapa daerah dan tidak saling berdekatan. Setiap hari PT X mengirim tepung menggunakan beberapa kendaraan truk. Tiap konsumen memiliki jam operasional sendiri, jika barang yang dikirim melewati jam operasional maka akan dikenakan pinalti. Ada beberapa kendala yang sering dihadapi oleh PT X, yaitu tingginya biaya penalty dan biaya BBM. Setelah ditelusur, ternyata penyebabnya adalah rute pengiriman hanya ditentukan oleh insting supir truknya, sehingga rute yang dilalu bukan rute yang optimal (rute terpendek).

Karena permasalahan tersebut, peneliti ingin mencari rute pengiriman yang menghasilkan jarak terpendek dalam pengiriman barang dan meminimalisir pengeluaran gas emisi (Green-Vehicle Routing Problem). Konsep Green-Vehicle Routing Problem menurut Erdogan ,S. dan Miller-Hooks, E.[4] adalah mencari rute kendaraan dengan jarak terpendek, dimana kendaraan berangkat dari depot, mengunjungi konsumen dan kembali ke depot dan mempertimbangkan dampak lingkungan. Penelitian yang mempertimbangkan polusi udara dalam permasalahan rute transportasi masih sedikit. Kebanyakan permasalahan yang dibahas hanya tentang jarak pengiriman, lama (waktu pengiriman) atau tentang gaji driver berdasar waktu kerja [5]. Padahal penelitian G-VRP ini sangat penting karena menyangkut tentang keadaan lingkungan di masa depan. Oleh karena itu peneliti ingin membuat sebuah model Decision Support System G-VRPTW tujuannya agar PT X dapat memanfaatkan DST ini untuk membuat keputusan pencarian rute pengiriman sehingga bisa meminimalkan biaya pinalti dan biaya BBM yang berbanding lurus dengan gas emisi yang dikeluarkan.

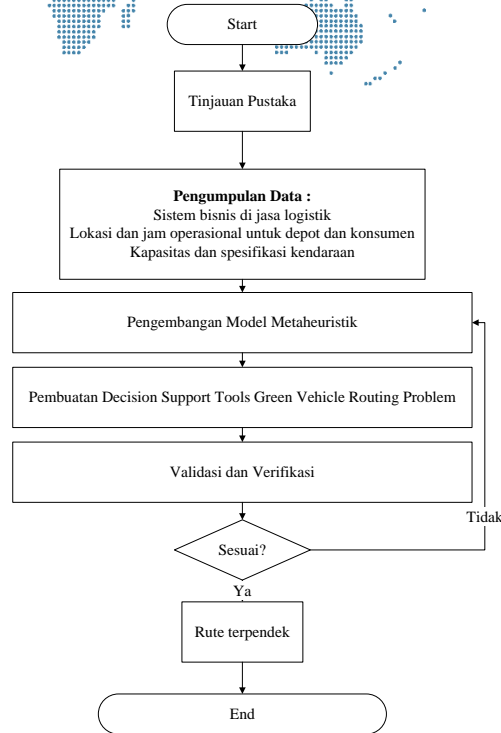
Green logistik pertama kali dikenalkan oleh Cooper [6], kemudian namanya berkembang menjadi Green-Vehicle Routing Problem. Li, dkk [7] menyebutkan bahwa penelitian mengenai G-VRP banyak yang membahas tentang minimasi konsumsi bahan bakar atau gas emisi . Beberapa penelitian yang bertujuan minimasi konsumsi bahan bakar atau minimasi gas emisi atau keduanya yaitu Bektas dan Laporte[8], Kara, dkk [9], Kuo, Y [10], Xiao, dkk [11] Franceschetti, dkk [12], Ćirović, dkk [13]

Mizrapour, dkk [14] meneliti tentang GVRP yang mempunyai dua fungsi tujuan yaitu ekonomi dan lingkungan menggunakan algoritma hybrid ACO. Soysal, dkk [15] meneliti tentang IRP dimana biaya distribusi tergantung dari kapasitas kendaraan dan menginvestigasi konsumsi bahan bakar dan gas emisi pada kendaraan. Eshtehadi, dkk [16] meneliti tentang VRP time windows, dimana demand dan travel time tidak pasti, tetapi mereka tidak mempertimbangkan pengisian bahan bakar. Keskin, M. dan Catay, B.[17] membahas tentang *electric vehicle* dan pengisian bahan bakar.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang dibutuhkan, pengembangan model matematis dan algoritma ACO. Pembuatan model ACO pada software, validasi, pencarian solusi yang baik. Output pada tahap ini

adalah rute yang dapat menghasilkan biaya BBM dan biaya pinalti yang minimum.



Gambar 1. Flowchart Metodologi Penelitian

2.1. Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan yaitu jam operasional tiap konsumen (time windows), demand konsumen, jarak. Berikut adalah data-datanya berdasarkan observasi langsung.

No	Nama konsumen	Time windows (menit)		Demand (kg)	No	Nama konsumen	Time windows (menit)		Demand (kg)
		ei	li				Ei	li	
1	Depot	480	1260	0	22	Haji Maskur	480	1020	300
2	Bu Mamik	480	720	100	23	Haji Dhofir	480	1020	100
3	Pak Agus	480	1020	100	24	Haji Har	480	1020	100
4	Pak Suroto	480	1020	200	25	Haji Armo	480	1080	100
5	Bu Lastri	480	1020	100	26	Haji Parno	480	1020	200
6	Bu Nunuk	1080	1200	100	27	Haji En	480	1020	100
7	Bu Eko	1080	1200	100	28	Pak Mardai	480	1020	100
8	Pak Khusen	480	1020	200	29	H Isro'	480	1020	300
9	Bu Tut	480	1020	100	30	Toko Sehari	480	900	100
10	Bu Ida	480	1020	200	31	Toko Caberawit	480	1080	300
11	Bu In	480	1020	75	32	Toko Sumberjaya	480	1140	200
12	Bu Sampe	480	1020	100	33	Bu Tiana	480	1020	75
13	Pak Fian	900	1200	100	34	Toko Madura	480	1080	75
14	Tacik	720	900	150	35	Haji Miun	480	1140	50
15	Pak Guruh	720	900	100	36	Pak Kholik	480	1080	100
16	Bu Nani	480	1020	100	37	Pak Woko	480	1020	100
17	Pak Beni	660	900	100	38	Bu Win	480	1140	50
18	Pak Fery	660	900	100	39	Bu Dasuki	840	1080	50
19	Pak Ridwan	660	900	100	40	Bu Leng	900	1080	400
20	Pak Doni	480	720	200	41	H.Sholeh	900	1080	200
21	Haji Ghofar	480	1020	200					

Gambar 1. Data konsumen, Time Windows dan Demand
 Sumber: Wawancara dan observasi langsung

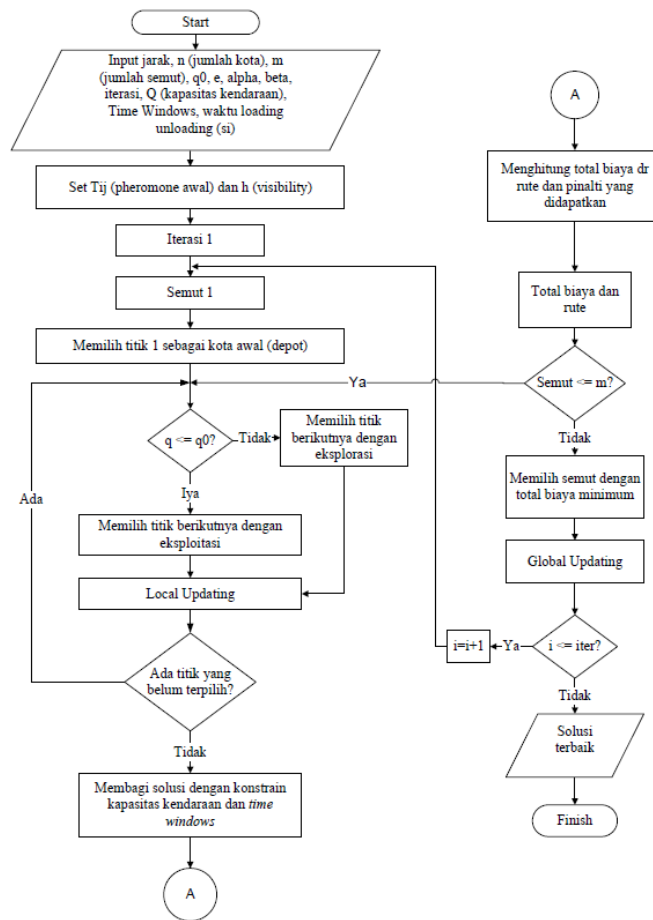
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.00	0.22	0.54	0.53	0.53	0.41	1.87	1.72	1.07	1.46
2	0.22	0.00	0.57	0.72	0.72	0.46	1.86	1.69	0.96	1.36
3	0.54	0.57	0.00	0.19	0.18	0.11	1.90	1.70	1.00	1.40
4	0.53	0.72	0.19	0.00	0.18	0.28	2.10	1.92	1.00	1.20
5	0.53	0.72	0.18	0.18	0.00	0.28	2.10	1.92	1.00	1.20
6	0.41	0.46	0.11	0.28	0.27	0.00	1.80	1.62	0.70	0.90
7	1.87	1.86	1.90	2.10	2.10	1.80	0.00	0.18	2.60	3.00
8	1.72	1.69	1.70	1.92	1.92	1.62	0.18	0.00	2.42	2.82
9	1.07	0.96	1.00	1.00	1.00	1.80	2.60	2.42	0.00	0.40
10	1.46	1.36	1.40	1.20	1.20	1.62	3.00	2.82	0.40	0.00

Gambar 2. Beberapa contoh data jarak antar konsumen
 Sumber: Wawancara dan observasi langsung

Kendaraan yang digunakan untuk distribusi barang adalah jenis kendaraan pick up merk Isuzu. Jumlah kendaraan yang digunakan adalah tiga buah, dimana masing-masing kendaraan berkapasitas 80 karung tepung @25kg yang setara dengan 2.000 kg tepung. Kendaraan ini beroperasi sesuai dengan *time windows* depot. Kecepatan kendaraan rata-rata adalah 40 km/jam, kecepatan rata-rata 40 km/jam karena kondisi jalan yang berlubang dan banyak kendaraan besar seperti truk pasir yang melintas, sehingga kecepatan rata-rata kendaraan yang digunakan adalah 40 km/jam. Kendaraan yang digunakan memakai bahan bakar solar, harga solar adalah Rp 6.450,00. Pada kondisi eksisting, total biaya BBM yang dikeluarkan untuk pendistribusian barang sebesar Rp 967.500,00 dan biaya pinalti sebesar Rp 480,000.

2.2. Algoritma Ant Colony Optimization

Secara sistematis penerapan algoritma ACO untuk penjadwalan rute kendaraan dalam kasus VRPTW. Perhitungan menggunakan software MATLAB. Sebelum melakukan pengolahan data menggunakan algoritma ACS dengan menggunakan data primer dari obyek amatan, algoritma akan diuji terlebih dahulu dengan menggunakan permasalahan sederhana untuk melakukan validasi apakah algoritma dapat menyelesaikan permasalahan dengan benar.



Gambar 3. Algoritma ACO

2.3. Parameter Input Model

Pada sub-bab ini akan dilakukan pengolahan set data yang dimulai dari parameter input model dan hasil pengolahan data. Parameter yang digunakan pada pengolahan set data dari obyek pengamatan

Parameter Input	Nilai
Jumlah titik (n)	41
Kapasitas Kendaraan (Capacity)	2000
Waktu loading unloading (si)	10 menit
Jumlah semut (m)	20
Pheromone awal (t)	0.01
Evaporasi (e)	0.5
Qo	0.9
α (alpha)	1
β (betha)	3
Jumlah iterasi (iter)	100
Jarak	Terdapat di Lampiran 1
Demand	Di bab 4.1
Time windows	Di bab 4.1
Pinalti	Rp 1.000/menit
Biaya Bahan Bakar	Rp 575,00 /km
Kecepatan kendaraan	40 km/jam

Gambar 4. Parameter Input

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Model *software* yang telah dibuat akan diimplementasikan menggunakan set data uji dari obyek pengamatan. Output dari model *software* adalah rute dan total biaya. Output pada Tabel 1 adalah hasil terbaik yang diperoleh selama dilakukan pengolahan data.

Tabel 1. Output terbaik

No	Jumlah Konsumen	Biaya BBM	Biaya Pinalti
1	40	Rp 671.875	Rp 240.000

Output yang dihasilkan adalah biaya BBM dan biaya penalty. Total biaya hasil model *software* sangat berbeda jauh dengan total biaya eksisting. Hal ini berarti rute dan total biaya yang dihasilkan pada model *software* lebih baik daripada kondisi eksisting, dan apabila diterapkan akan menurunkan biaya distribusi. Penyebab biaya BBM eksisting tinggi adalah pihak depot memilih rute sesuai kehendak mereka dan lebih sering mempertimbangkan kapasitas kendaraan tanpa sangat memperhatikan di batasan waktunya, sehingga biaya pinaltinya sangat besar. Terdapat tiga subrute yang dihasilkan oleh model *software*, subrute yang dihasilkan merepresentasikan jumlah kendaraan yang digunakan. Hal ini dikarenakan pada model *software*, kendaraan yang kembali ke depot akan disetting lagi ke waktu awal buka depot dan kemudian melakukan pencarian rute baru yang belum dikunjungi. Jika terdapat tiga subrute, maka jumlah kendaraan yang dibutuhkan berjumlah tiga. Jumlah kendaraan pada hasil model *software* sama dengan jumlah kendaraan eksisting, berarti pihak depot tidak perlu menambah kendaraan lagi. Sebenarnya total biaya dapat diminimumkan lagi, tetapi kendaraan yang dibutuhkan menjadi bertambah yaitu menjadi 4 buah. Apabila dengan kondisi eksisting seperti sekarang, penambahan kendaraan menjadi pilihan yang kurang tepat, karena akan terjadi penambahan biaya pembelian kendaraan yang sangat besar, padahal dengan tiga kendaraan sudah cukup dan selisih biaya distribusi antara 4 kendaraan dan 3 kendaraan tidak terlalu besar. Jika permintaan konsumen meningkat atau terdapat penambahan konsumen, maka keputusan penambahan kendaraan perlu dipertimbangkan. Pada penelitian kali ini tidak hanya mengandalkan jarak yang terpendek, karena jarak terpendek belum tentu menghasilkan biaya terendah. Ada faktor lain yang mempengaruhi, yaitu faktor waktu. Waktu menjadi hal yang perlu diperhatikan, karena dampak terhadap biaya sangat besar. Bisa jadi jaraknya lebih besar tapi biaya distribusinya lebih minim karena tidak ada keterlambatan sehingga tidak dapat penalty.

4. SIMPULAN

Tujuan pada penelitian ini adalah mencari rute yang tepat sehingga bisa meminimumkan biaya BBM dan biaya Penalty. Semakin rendah biaya BBM yang dikeluarkan maka gas emisi yang dikeluarkan akan semakin rendah pula. Semakin cepat kendaraan sampai ke distributor tanpa melewati waktu operasional maka semakin kecil biaya penaltinya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini sepenuhnya dibiayai oleh Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Pendidikan Tinggi melalui skema Penelitian Dosen Pemula.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chapman, L., 2007. Transport and climate change: a review. *J. Transport Geograp.* 15 (5), 354–367.
- [2] Björklund, M. (2011). Influence from the business environment on environmental purchasing — Drivers and hinders of purchasing green transportation services. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 17(1), 11-22
- [3] Salimifard, K., Shahbandarzadeh, H., & Raeesi, R. (2012, May). Green transportation and the role of operation research. In *Int. Conf. Traffic Transp. Eng.(ICTTE 2012)* (Vol. 26, pp. 74-79).
- [4] Erdogan,S., Miller-Hooks, E., 2012. A Green Vehicle Routing Problem. *Transportation Research Part E* 48, 100-114
- [5] Sawik, B. et all., 2017. A multicriteria analysis for the Green VRP: A case discussion for the distribution problem of a spanish retailer. *Transportation Research Procedia*, 22:305–313
- [6] Cooper, J., Browne, M. and Peters, M. (1994) *European Logistics: Markets, Management and Strategy*, Blackwell Business, USA
- [7] Li, H., Lv, T. and Li, Y. (2015) ‘The tractor and semitrailer routing problem with many-to-many demand considering carbon dioxide emissions’, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 34, pp.68–82,
- [8] Bektaş, T. and Laporte, G. (2011) ‘The pollution-routing problem’, *Transportation Research Part B: Methodological*, Vol. 45, No. 8, pp.1232–1250.
- [9] Kara, İ., Kara, B.Y. and Yetis, M.K. (2007) ‘Energy minimizing vehicle routing problem’, *International Conference on Combinatorial Optimization and Applications*, Berlin, Heidelberg.
- [10] Kuo, Y. (2010) ‘Using simulated annealing to minimize fuel consumption for the time-dependent vehicle routing problem’, *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 59, No. 1, pp.157–165
- [11] Xiao, Y., Zhao, Q., Kaku, I. and Xu, Y. (2012) ‘Development of a fuel consumption optimization model for the capacitated vehicle routing problem’, *Computers & Operations Research*, Vol. 39, No. 7, pp.1419–1431
- [12] Franceschetti, A., Honhon, D., Van Woensel, T., Bektaş, T. and Laporte, G. (2013) ‘The time-dependent pollution-routing problem’, *Transportation Research Part B: Methodological*, Vol. 56, pp.265–293
- [13] Čirović, G., Pamučar, D. and Božanić, D. (2014) ‘Green logistic vehicle routing problem: routing light delivery vehicles in urban areas using a

- neuro-fuzzy model', *Expert Systems with Applications*, Vol. 41, No. 9, pp.4245–4258
- [14] Mirzapour Al-e-hashem, S.M.J. and Rekik, Y. (2014) 'Multi-product multi-period inventory routing problem with a transshipment option: a green approach', *International Journal of Production Economics*, Vol. 157, pp.80–88
- [15] Soysal, M., Bloemhof-Ruwaard, J.M., Haijema, R. and van der Vorst, J.G.A.J. (2015) 'Modeling an inventory routing problem for perishable products with environmental considerations and demand uncertainty', *International Journal of Production Economics*, Vol. 164, pp.118–133
- [16] Eshtehadi, R., Fathian, M. and Demir, E. (2017) 'Robust solutions to the pollution-routing problem with demand and travel time uncertainty', *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 51, pp.351–363
- [17] Keskin, M. and Çatay, B. (2018) 'A matheuristic method for the electric vehicle routing problem with time windows and fast chargers', *Computers & Operations Research*, Vol. 100, pp.172–188