PENYELESAIAN CAPACITATED VEHICLE ROUTING PROBLEM DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA SWEEP UNTUK PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI KORAN : STUDI KASUS

Rizky Saraswati^{1*}, Wahyudi Sutopo², Muh. Hisjam³

¹ Alumnus Program Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Ir Sutami 36A, Surakarta, 57126, Indonesia

^{2,3} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Ir Sutami 36A, Surakarta, 57126, Indonesia

Email: saraswatarizky@gmail.com, wahyudisutopo@gmail.com, hisjam@uns.ac.id

*Korespondensi

Abstrak: *Vehicle Routing Problem* merupakan permasalahan yang berhubungan dengan penentuan rute distribusi optimal dengan melibatkan beberapa kendala untuk melayani sejumlah agen sesuai permintaan tiap agen. *Capacitated Vehicle Routing Problem* merupakan salah satu variasi *Vehicle Routing Problem* dengan kendala kapasitas kendaraan. Tujuan dari penelitian ini berupa pembentukan model *Capacitated Vehicle Routing Problem* pada permasalahan rute distribusi harian Solopos wilayah Kartasura-Klaten dengan algoritma *sweep*. Algoritma *sweep* terdiri dari dua tahap, yaitu *clustering* agen dan pembentukan rute untuk tiap agen yang telah dicluster dengan metode *Nearest Neighbour*. Maka didapatkan hasil berdasarkan perhitungan yang dilakukan diperoleh dua rute sesuai dengan cluster yang menempuh waktu total 5 jam 55 menit sesuai dengan kebijakan *time windows* yang diterapkan harian Solopos.

Kata kunci: *Capacitated vehicle routing problem (CVRP); algoritma sweep; rute distribusi.*

Abstract: *Vehicle Routing Problem* is a problem associated with determining the optimal distribution route by involving some constraints to serve a number of agents at the request of each agent. *Capacitated Vehicle Routing Problem* is one of the variations of *Vehicle Routing Problem* with vehicle capacity constraints. The purpose of this research is the formation of *Capacitated Vehicle Routing Problem* model on the problem of daily distribution route of Solopos Kartasura-Klaten with *sweep* algorithm. *Sweep* algorithm consists of two stages, namely clustering agents and the formation of routes for each agent that has been clustered with *Nearest Neighbors* method. Then the results obtained based on the calculations is two routes in accordance with the cluster which took a total time of 5 hours 55 minutes in accordance with the time policy windows applied daily Solopos.

Keywords: *Capacitated vehicle routing problem (CVRP); algoritma sweep; distribution route.*

PENDAHULUAN

Suatu perusahaan yang menghasilkan suatu produk membutuhkan sistem distribusi yang baik untuk penyebarannya. Tak terkecuali bagi perusahaan yang bergerak dalam percetakan surat kabar, PT Aksara Solopos yang harus mengirimkan harian Solopos setiap harinya kepada para agen yang tersebar luas di berbagai area geografis, untuk nantinya di salurkan kepada para pembaca. Namun distribusi produk koran berbeda dengan distribusi produk lainnya. Hal ini dikarenakan distribusi koran memiliki batas waktu (*time windows*) dalam penyebarannya, agar berita tersebut masih tetap *up to date* sehingga pelanggan masih tetap setia untuk membaca.

Dalam prosesnya diperlukan manajemen rantai pasok mulai dari proses produksi, pengiriman, penyebaran dan pemasaran produk hingga sampai ke tangan pelanggan. Proses produksi dimulai pada pukul 22.00 hingga 02.30 berarti proses penyusunan dan pencarian berita pun dilakukan sebelum proses produksi dilakukan. Hal ini dikarenakan pengiriman

produk dilakukan pada pukul 03.00 hingga 08.00 dengan menggunakan moda transportasi yang terbatas.

Penyebaran produk dilakukan serentak pada saat itu juga ke sejumlah agen dalam berbagai lokasi berbeda.

Dengan adanya sistem distribusi, perusahaan dapat melakukan pengambilan maupun pengiriman barang dari atau untuk pelanggan yang tersebar secara geografis. Sesuai dengan permintaan yang telah ditentukan menggunakan armada sebagai sarana pengangkutan. Maka PT Aksara Solopos melakukan pengelompokan agen dalam suatu wilayah tertentu, namun dibutuhkan penentuan rute yang baik agar waktu dan biaya operasional distribusi efektif dan efisien. Saat ini proses distribusi produk masih sebatas area wilayah tertentu dimulai dari agen terdekat namun belum memiliki rute tetap.

Pengiriman dan penentuan rute dalam distribusi koran harian Solopos ini pun memiliki beberapa masalah yaitu jumlah agen yang besar dengan cakupan yang tersebar luas membuat rute distribusi

barang menjadi hal yang sangat penting. Perusahaan Solopos saat ini hanya melakukan pengiriman barang berdasarkan pengelompokan wilayah agen tanpa mempertimbangkan jalur rute dan kapasitas yang digunakan.

Oleh karena itu perlu adanya keputusan operasional berkaitan dengan permasalahan. *Capacitated Vehicle Routing Problem*. *Capacitated Vehicle Routing Problem* merupakan permasalahan dalam penentuan rute atas distribusi ke beberapa depot/agen dengan titik awal dan akhir distribusi sama.

Batasan-batasan yang diterapkan adalah produk homogen, kapasitas kendaraan, dalam jangka *time windows* tertentu. Permasalahan *Capacitated Vehicle Routing Problem* telah banyak diangkat oleh beberapa peneliti seperti Fermin dan Roberto, 2004 dalam menyelesaikan tabu search, Tavakkoli, 2005 dengan *simulated annealing* dan Hijri dalam penelitiannya membandingkan algoritma *saving* dengan algoritma *sweep* dalam penentuan distribusi studi kasus air mineral Club di Kota Balikpapan. Dengan hasil penelitian bahwa algoritma *sweep* menghasilkan solusi optimal dibandingkan dengan algoritma *saving*.

Dalam penelitian ini dibahas penyelesaian masalah mengenai *Capacitated Vehicle Routing Problem* dengan menggunakan algoritma *sweep* pada adalah distribusi harian Solopos wilayah Kartasura-Klaten. Wilayah Klaten-Kartasura dipilih karena memiliki nilai persentase penjualan terendah dibanding wilayah Solo Raya lainnya. Diharapkan dengan menemukan rute distribusi terbaik dapat meningkatkan nilai persentase penjualan wilayah Kartasura-Klaten.

KAJIAN TEORI

Vehicle Routing Problem

Vehicle Routing Problem merupakan metode untuk memecahkan suatu permasalahan distribusi dengan moda kendaraan pada titik pusat tertentu/depot dan diharuskan untuk mengunjungi tiap agen selama periode tertentu yang tersebar secara geografis untuk memenuhi kebutuhan tertentu.

Tahap penyelesaian model CVRP

Capacitated Vehicle Routing Problem merupakan salah satu permasalahan yang paling umum dari *Vehicle Routing Problem*, yang dideskripsikan sebagai depot centra atau pusat, yang menggunakan moda kendaraan dengan kapasitas tertentu untuk melayani permintaan sejumlah agen.

Algoritma *sweep* merupakan suatu algoritma menggunakan metode dua fase dengan fase pertama

berupa *clustering* pelanggan berdasarkan wilayah dan kendaraan yang tersedia, dan fase dua berupa membangun rute-rute untuk tiap cluster. Dalam menyelesaikan model CVRP dengan menggunakan algoritma *Sweep* diperlukan dua tahapan atau fase yaitu fase pengelompokan (*clustering*) dan fase pembentukan rute:

a. Tahap pengelompokan (*clustering*)

Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap pengelompokan adalah:

- Menentukan tiap posisi agen dalam koordinat kartesius dan menetapkan lokasi depot sebagai pusat koordinat.
- Menentukan seluruh koordinat polar tiap agen dengan depot awal.

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (1)$$

$$\theta = \arctan \frac{y}{x} \quad (2)$$

- Membentuk pengelompokan (*clustering*) dimulai dari agen yang memiliki sudut polar terkecil hingga terbesar dengan mempertimbangkan kapasitas kendaraan.
- Memastikan semua agen yang terlibat telah dikelompokkan dalam *cluster* ini.
- Pengelompokan dihentikan apabila terdapat satu cluster akan melebihi kapasitas maksimal kendaraan.
- Jika hal tersebut terjadi maka dilakukan pembuatan cluster baru seperti langkah sebelumnya.

b. Tahap pembentukan rute distribusi

Tahap pembentukan rute distribusi, dari tiap *cluster* akan diselesaikan dengan metode *Nearest Neighbour* sehingga didapatkan diperoleh rute perjalanan dari tiap cluster. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

- Langkah inisiasi
 - Menentukan satu titik sebagai titik awal perjalanan yaitu dari depot perusahaan
 - Menentukan himpunan titik (C) yang akan dikunjungi oleh kendaraan.
 - Menentukan urutan rute distribusi sementara.
- Memilih titik selanjutnya yang dikunjungi kendaraan.

Jika n_1 adalah titik di urutan terakhir dari rute R maka titik berikutnya n_2 yang memiliki jarak paling minimum dengan n_1 , dimana n_2 adalah anggota dari C. Apabila banyak pilihan optimal berarti terdapat lebih dari satu titik dengan jarak yang sama dari titik terakhir dalam rute R dan jarak tersebut merupakan jarak yang paling minimum maka pilih secara acak.

- Menambahkan titik terpilih untuk urutan rute berikutnya
Menambahkan titik n_1 pada urutan akhir rute sementara dan mengeluarkan titik yang terpilih dari daftar titik yang belum dikunjungi.
- Apabila semua titik telah dilewati selanjutnya dilakukan penutupan rute dengan menambahkan titik inisiasi atau titik awal perjalanan di akhir rute.

METODE PENELITIAN

Tahap metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini berupa tahap pengumpulan data, dan dilanjutkan dengan pengolahan data, tahap penerapan metode, serta tahap terakhir adalah implementasi algoritma palgunadi.

Pengumpulan data

Metode pengumpulan yang digunakan adalah observasi langsung ke perusahaan mengenai sistem distribusi yang diterapkan pada koran harian Solopos dan wawancara kepada beberapa pihak yang bersangkutan. Dalam penelitian ini, data yang digunakan diantaranya adalah jumlah armada, kapasitas armada untuk pengiriman, jumlah agen koran Solopos dan lokasi agen, serta waktu service di tiap agen. Dalam penelitian ini hanya berfokus pada distribusi agen koran yang berada di wilayah Kartasura-Klaten saja.

Pengolahan data

Pengolahan data yang didapatkan menggunakan bantuan aplikasi *google maps* untuk mengetahui waktu tempuh yang dibutuhkan serta letak-letak antar agen. Namun di asumsikan apabila dalam pengan-taran dan penjemputan koran harian tanpa mengalami kendala apapun dengan lalu lintas yang lancar.

Penerapan metode

Selanjutnya diterapkan analisis algoritma *sweep* sesuai dengan tahapan yang telah dijelaskan sebelumnya.

PEMBAHASAN

Data yang digunakan untuk penelitian ini berupa data distribusi harian Solopos bulan Februari 2017 untuk wilayah Kartasura-Klaten ditampilkan pada tabel 1. Dipilih cakupan wilayah ini karena memiliki perentase penjualan harian Solopos wilayah Solo

Raya dengan nilai paling rendah yaitu sebesar 41%. Nilai ini jauh dibawah wilayah Karanganyar sebesar 45%, Sragen 48%, dan Sukoharjo-Wonogiri-Karang-anyar sebesar 49%. Diketahui untuk proses distribusi harian Solopos wilayah Kartasura-Klaten menggunakan 1 buah armada yang memiliki kapasitas sekitar 3000 eksemplar. Armada ini digunakan sebagai sarana transportasi distribusi harian Solopos ke 9 depot/agen yang dimiliki. Banyaknya demand harian Solopos tiap agen berbeda-beda berkisar antara 189 hingga 995 dalam bulan febuari 2017. Dengan tingkat return yang berbeda pula. Distribusi harian Solopos setiap hari dimulai dari pukul 03.00 dini hari dan berakhir pada pukul 08.00 pagi dengan lama *service time* untuk 50 eksemplar koran selama 1 menit.

Tabel 1. Data *demand, return, time windows*

Agen	Nama Agen	Demand	Return	Time windows
A1	Abdul basyir	189	110	3,78
A2	Yudistira	270	210	5,4
A3	Icah	830	445	16,6
A4	Sulomo	560	170	11,2
A5	Handoyo/wardoyo	700	522	14
A6	Multimediawara	540	412	10,8
A7	Ibra	204	65	4,08
A8	Handayani	995	275	19,9
A9	Sami	405	405	8,1

Adapun waktu tempuh tiap agen dari lokasi ditampilkan pada tabel 2. Waktu tempuh tersebut didapatkan melalui *google maps* dengan cara memasukkan data alamat agen yang telah diperoleh dari perusahaan. Sedangkan lokasi dan jarak agen dengan titik awal penyebaran distribusi ditampilkan pada tabel 3.

Tabel 2. Matriks waktu tempuh antar agen wilayah Kartasura-Klaten (dalam menit)

Depot	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
Depot	0	16	19	29	27	38	48	49	46
A1	16	0	6	16	21	25	34	36	35
A2	19	6	0	16	25	34	36	35	37
A3	29	16	16	0	20	9	19	20	19
A4	27	21	25	20	0	24	34	35	33
A5	38	25	25	9	24	0	13	14	12
A6	48	34	34	19	34	13	0	2	5
A7	49	36	36	20	35	14	2	0	7
A8	46	35	35	19	33	12	5	7	0
A9	50	37	37	22	36	16	8	7	5

Maka dilakukan proses pengelompokkan (*clustering*) dan dihasilkan dua *cluster* yaitu *cluster I* yang berisi agen A1, A2, A3, A4, A5 dan *cluster II* yang berisi agen A6, A7, A8, A9. Selanjutnya dilakukan tahap pembentukan rute masing-masing cluster dengan bantuan *google maps* seperti gambar 1 Dan dihasilkan rute distribusi harian Solopos sesuai cluster yang telah dibuat pada tabel 4.

Tabel 3. Lokasi dan jarak agen dengan titik awal penyebaran distribusi

Nama Agen	Lokasi	Jarak dari depot
Abdul basyir	Sedahromo Lor Kartasura	8,9 Km
Yudistira	Tisanan wirogunan kartasura	11,2 Km
Icah	Kios mayungan trunuh klaten	38,2 Km
Sulomo	Jalan Raya Delanggu	20,3 Km
Handoyo/wardoyo	Karangwuni ceper klaten	28,3 Km
Multimediawara	Kios pasar srago klaten	35,1 Km
Ibra	Jalan RA Kartini klaten	36,2 Km
Handayani	Jalan RA Kartini klaten	34,9 Km
Sami	Terminal klaten	35,8 Km

Gambar 1. Penentuan cluster dengan bantuan google maps**Tabel 4.** Rute distribusi harian Solopos yang terbentuk

No	Rute	Jumlah
1	Depot-A1-A2-A3-A4-A5-Depot	2144
2	Depot-A7-A6-A9-A8-Depot	2549

Berdasarkan penyelesaian dengan algoritma *sweep* maka didapatkan rute dengan total waktu tempuh dan jarak tempuh sebagai berikut:

	Rute 1	Rute 2
	Depot-A1-A2-A3-A4-A5-Depot	Depot-A7-A6-A9-A8-Depot
Jarak tempuh	72,2 Km	71,8 Km
Waktu tempuh total	3 jam 9 menit	2 jam 46 menit

KESIMPULAN

Berdasarkan penyelesaian *Capacited Vehicle Routing Problem* dengan algoritma *sweep* untuk optimasi rute distribusi harian Solopos didapatkan dua rute berdasarkan pengelompokkan yang telah dilakukan dengan waktu tempuh total kedua rute selama 5 jam 55 menit sesuai dengan kebijakan *time windows* yang diterapkan perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aranganayaki, "Reduce Total Distance and Time Using Genetic Algorithm in Travelling Salesman Problem," *International Journal of Computer Science & Engineering Technology (IJCSET)*, vol. 5, no. 08, pp. 816, 2014.
- Gunawan, Indra Maryati, dan Henry Kurniawan W., "Optimasi Penentuan Rute Kendaraan Pada Sistem Distribusi Barang dengan Ant Colony Optimization," Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan, Surabaya: Sekolah Tinggi Teknik Surabaya, 2012.
- Hijri Virgiawan, "Aplikasi Vehicle Routing Problem Pada Penentuan Rute Distribusi Air Mineral Club di Kota Balikpapan," Skripsi, FT-Universitas Mulawarman, 2014.
- Ballou, R.H, Bussiness Logistics/Supply Chain Management Fifth Edition, Pearson Education International, Ohio, 2005.
- Gladiez Florista Rera dan Budi Santosa, "Penerapan Metode Cross Entropy Dalam Penyelesaian Capacitated Vechile Routing Problem (Studi kasus : distribusi koran Jawa Pos Surabaya)".
- Gunadi W. Nurcahyo, Rose Alinda Alias, SM Mamyam Shamsuddin & Mohd. Noor MD. SAP, "Sweep Algorithm in Vehicle Routing Problem For Public Transport," Jurnal Antar-bangsa (Teknologi Maklumat), vol.2, pp. 51-64, 2002.
- Sri Basriati dan Rio Sunarya, "Oprimasi Distribusi Koran Menggunakan Metode Saving Matriks (Studi Kasus: PT. Riau Pos Intermedia), Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi dan Industri (SNTIKI) 7, 448-453, 2011
- Wahyudi K Cahyaningsih, Eminugroho Ratna Sari, Kuswari Hernawati. "Penyelesaian Capacitated Vechile Routing Problem (CVRP) Menggunakan Algoritma Sweep Untuk Optimasi Rute Distribusi Surat Kabar Kedaulatan Rakyat," Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika UNY, 2015.