

Penerapan Metode Vehicle Routing Problem With Time Windows (VRPTW) Pada Penentuan Rute Distribusi Ikan Gurami dan Nila

Fandi Afrizal

Program Studi Teknik Logistik, Fakultas Teknologi Industri dan Proses,
Institut Teknologi Kalimantan (ITK)
Jl. Soekarno Hatta No.KM 15, Karang Joang, Kec. Balikpapan Utara, Kota Balikpapan,
Kalimantan Timur 76127
Telp. (0542) 8530801
E-mail: fandi.afrizal@lecturer.itk.ac.id

Abstrak

PT. XYZ bergerak di bidang budidaya ikan air tawar dan mendistribusikan produknya ke rumah makan yang menjual bermacam macam masakan ikan. Rumah makan yang disasar berada pada area Surabaya. PT. XYZ memiliki sekitar 10 konsumen di Surabaya dengan titik lokasi yang berbeda beda. PT. XYZ hanya menggunakan satu mobil box pendingin untuk mendistribusikan ikan ikan yang mereka budidayakan. Namun saat ini PT. XYZ masih sering mengalami kendala saat pengiriman diantaranya pembengkakan biaya bahan bakar mobil pendingin karena kurang efisiennya rute pengiriman yang dilakukan. Selain itu setiap rumah makan meminta jam pengiriman yang berbeda-beda karena demand yang mereka miliki. Rumah makan tidak ingin ikan yang mentah berada pada lemari mereka terlalu lama, karena akan mengakibatkan ikan tersebut kurang fresh ketika dimasak dan disajikan konsumen. Dengan adanya permintaan jadwal pengiriman yang berbeda beda maka VRPTW merupakan solusi yang tepat untuk menjawab permasalahan ini. Penelitian ini menjelaskan proses penentuan rute menggunakan metode nearest neighbour.

Kata Kunci: VRPTW, nearest neighbour, perishable product

Abstract

PT. XYZ is engaged in freshwater fish farming and distributing products to restaurants that sell various kinds of fish dishes. The targeted restaurant is in the Surabaya area. PT. XYZ has around 10 consumers in Surabaya with different locations. PT. XYZ only uses one cooler box car to distribute the fish they cultivate. But now PT. XYZ still often experiences problems during delivery, including refrigeration fuel costs due to inefficient delivery routes. In addition, each restaurant asks for different delivery hours because of the requests they have. Restaurants don't want raw fish to stay in their cupboards for too long, because it will make the fish less fresh when cooked and served to consumers. With different delivery requests, VRPTW is the right solution to answer this problem. This study describes the process of using the nearest neighbor method.

Keywords: VRPTW, nearest neighbour, perishable product

A. Sistematika Penulisan

Kerangka utama artikel penelitian :

1. Pendahuluan

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang bisnis bahan makanan segar. PT. XYZ melayani pemesanan bahan makanan segar dan mendistribusikannya ke rumah makan yang lokasinya berada di Surabaya.

Saat ini PT XYZ memiliki 10 konsumen yang berbeda. Jumlah ini meningkat dari yang sebelumnya hanya berjumlah 6. Sehingga pada hal ini PT. XYZ harus melakukan pembenahan agar tetap dapat mendistribusikan ikan ikannya dengan segar dan sesuai dengan jadwal yang diminta oleh masing masing rumah makan. Selain itu PT. XYZ juga harus menambah mobil box yang mereka sewa dengan kapasitas yang memadai. Dengan jumlah konsumen yang bertambah dengan jumlah kendaraan yang tetap PT. XYZ berharap mereka masih tetap bisa mendistribusikan ikannya sesuai dengan jadwal yang diminta konsumen.

Kasus ini dapat dimodelkan sebagai permasalahan Vehicle Routing Problem [1]. Model VRP dapat menghasilkan sejumlah rute kendaraan untuk mengunjungi setiap pelanggan, dimana titik awal dan titik akhir dari pengiriman berasal dari titik yang sama. Dalam model ini akan dipastikan bahwa jumlah demand yang dimiliki dalam satu rutetidak melebihi kapasitas yang dimiliki kendaraan.

Permasalahan yang sering dihadapi adalah terjadinya keterlambatan pengiriman. Ketika sekalinya terjadi ketelambatan, maka akibatnya akan berdampak pada konsumen- konsumen PT. XYZ selanjutnya. Dengan jumlah kendaraan yang terbatas dan jadwal pengiriman yang terbatas dari masing-masing pelanngan, metode Vehicle Routing With Time Windows ini merupakan solusi untuk menjawab permasalahan ini.

Rute pendistribusian ikan ini dilakukan dengan memperhitungkan kapasitas mobil pendingin yaitu 2000kg. Penentuan rute dilakukan dengan pendekatan metode heuristic nearest neighbour. Dari pembahasan ini dilakukan batasan yang dibuat yaitu data yang digunakan merupakan data dummy karena keterbatasan penulis dalam melakukan survey dilapangan.

2. Metodologi

Langkah-langkah metode yang akan digunakan dalam penelitian ini dapat ditulis dalam beberapa tahap :

A. Survei Pendahuluan

Survei pendahuluan merupakan tahap untuk mencari permasalahan dalam sebuah perusahaan. Metode yang digunakan dapat berupa survei atau mengadakan interaksi dengan memberikan beberapa pertanyaan kepada karyawan perusahaan

B. Studi Pustaka

Pada tahap ini dilakukan pengkajian bagaimana metode yang akan digunakan dengan masalah yang akan dihadapi. Upaya yang dilakukan dengan melakukan studi literatur terhadap penelitian-peneitian terdahulu

C. Mengidentifikasi Permasalahan

Identifikasi masalah merupakan pemahaman awal tentang masalah yang sedang dihadapi. Masalah ini kemudian dicarikan solusi yang tepat. Pada hal ini akan dikaji permasalahan yang timbul pada PT.XYZ

D. Merumuskan Masalah

Perlu dilakukan perumusan masalah yang dihadapi dalam penelitian kali ini.

E. Menentukan Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dibuat berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat sebelumnya. Hal ini ditujukan agar penulis lebih mudah dalam menentukan batasan-batasan yang ada dalam sebuah penelitian

F. Pengumpulan Data

Pada tahap ini harus direncanakan dengan matang data mana yang akan diambil dari perusahaan. Karena validitas dari data akan sangat mempengaruhi pengolahan data nantinya. Metode pengumpulan data yang digunakan dari penelitian ini adalah dengan mencari jarak menggunakan google maps.

G. Pengolahan Data

Adapun langkah-langkah yang akan digunakan dalam mengolah data adalah menggunakan metode heuristic nearest neighbour dengan mempertimbangkan time windows dan kapasitas dari kendaraan serta jumlah kendaraan yang digunakan.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada tahap ini akan dilakukan langkah-langkah perhitungan menggunakan metode VRPTW dengan pendekatan nearest neighbour. Dengan metode ini diharapkan PT. XYZ dapat menemukan rute baru untuk mengoptimisasi total jarak tempuh.

Pada penelitian ini hanya membahas penentuan rute-rute yang optimal. Terdapat data-data dan asumsi yang dijadikan acuan dalam penelitian ini, antara lain :

1. Jumlah depot hanya 1
2. service time = 15 menit
3. kendaraan harus keluar dari depot tepat pada menit ke 360 dan kembali secepat mungkin ke depot
4. Jumlah konsumen PT, XYZ berjumlah 10 dimana semuanya memiliki lokasi yang berbeda
5. kecepatan kendaraan diasumsikan 40km/jam
6. Data jarak antar lokasi dan depot diperoleh melalui google maps
7. kapasitas kendaraan 2000kg
8. Biaya sewa mobil box pendingin kapasitas 2000kg : Rp 300/menit/mobil
9. Biaya
8. waktu tempuh diperoleh dari rumus

$$t = \frac{s}{v}$$

Dimana :

t = waktu

s = jarak

v = kecepatan

Tabel 1 data pelanggan, jumlah demand dan time window

node	keterangan	demand	time window	
			min	max
0	depot		6	11
1	IBC gresik	330	6	9
2	IBC indragiri	225	7.3	10
3	IBC nias	410	7	11
4	IBC mayjen	560	6	10
5	IBC manyar	500	8	11
6	IBC tegalsari	430	6	10
7	IBC jemursari	350	6.3	8
8	IBC juanda	300	6	9
9	IBC citra raya	340	8	11
10	IBC puri	100	8	10

Data lokasi node pelanggan dan depot digambarkan pada gambar 2 berikut ini :



Gambar 2. Lokasi Pelanggan PT XYZ

Setelah memperoleh data yang diinginkan, selanjutnya masuk ke tahap perhitungan dengan metode nearest neighbour dalam memperoleh rute yang optimal. Berikut ini langkah-langkah dalam menggunakan metode ini :

1. Membuat matriks jarak untuk Membuat matriks jarak untuk setiap node baik pelanggan maupun depot. Dimana jarak diperoleh dari google map.
2. Membuat matriks waktu tempuh. Waktu tempuh diperoleh dari rumus:

$$t = \frac{s}{v}$$

3. Rute berawal dari depot PT. X (node 0). Cek jarak terdekat dari node 0 ke pelanggan dengan memastikan time window.
4. Kendaraan tidak boleh datang sebelum depot buka karena akan mengakibatkan waktu tunggu. Jika ada 2 depot dengan jarak yang dekat tetapi yang satu mengakibatkan waktu tunggu dan yang satu bisa langsung melakukan layanan, maka pilih depot yang tidak mengakibatkan waktu tunggu.
5. Perhatikan juga kapasitas kendaraan. Setiap selesai mengunjungi 1 node, kurangi kapasitas kendaraan sejumlah dengan demand dari node yang dilewati tersebut.
6. Hitung total waktu tempuh yang dibutuhkan untuk sampai ke node tersebut.
7. Setelah itu cari jarak terdekat dari node yang terpilih tadi dengan memperhitungkan langkah 3,5 dan 5.
8. Apabila ada node dengan jarak terdekat tapi kapasitas kendaraan sudah tidak mencukupi maka cari node terdekat berikutnya yang kapasitasnya masih mencukupi.

9. Kembali kurangi kapasitas kendaraan sejumlah dengan demand dari node yang dilewati tersebut.
10. Hitung berapa waktu tempuh total hingga menuju node tersebut.
11. Ulangi langkah 4 dan selanjutnya.
12. Apabila kapasitas kendaraan sudah habis, maka kendaraan harus kembali ke depot untuk melakukan pengisian. Setelah itu ulangi mulai dari langkah 3 menuju ke depot node yang belum dikunjungi sebelumnya.

Tabel 2. Matriks jarak untuk tiap node (pelanggan dan depot)

s	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	25	6.2	5.8	12.4	10	9.6	11.3	15	23.3	26
1	25	0	15	16.4	17.2	12	12	13.8	23	31.2	54
2	6.2	15	0	3.6	5	9	7.2	3.4	5	10	29.6
3	5.8	16.4	3.6	0	3.2	6.45	3.6	4.2	12	18.7	31.7
4	12.4	17.2	5	3.2	0	12	7	4	4.3	11.1	26.9
5	10	12	9	6.45	12	0	3.3	5.2	9	14	20
6	9.6	12	7.2	3.6	7	3.3	0	3.1	5.25	13.3	23
7	11.3	13.8	3.4	4.2	4	5.2	3.1	0	4.2	8.4	22.4
8	15	23	5	12	4.3	9	5.25	4.2	0	4.3	23.2
9	23.3	31.2	10	17	11.1	14	13.3	8.4	4.3	0	18
10	26	54	29.6	31.7	26.9	20	23	22.4	23.2	18	0

Tabel 3. Matriks waktu tempuh untuk tiap node (waktu didapat dari pembagian jarak dan kecepatan)

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	37.5	9.3	8.7	18.6	15	14.4	16.95	22.5	34.95	39
1	37.5	0	22.5	24.6	25.8	18	18	20.7	34.5	46.8	81
2	9.3	22.5	0	5.4	7.5	13.5	10.8	5.1	7.5	15	44.4
3	8.7	24.6	5.4	0	4.8	9.675	5.4	6.3	18	28.05	47.55
4	18.6	25.8	7.5	4.8	0	18	10.5	6	6.45	16.65	40.35
5	15	18	13.5	9.675	18	0	4.95	7.8	13.5	21	30
6	14.4	18	10.8	5.4	10.5	4.95	0	4.65	7.875	19.95	34.5
7	16.95	20.7	5.1	6.3	6	7.8	4.65	0	6.3	12.6	33.6
8	22.5	34.5	7.5	18	6.45	13.5	7.875	6.3	0	6.45	34.8
9	34.95	46.8	15	25.5	16.65	21	19.95	12.6	6.45	0	27
10	39	81	44.4	47.55	40.35	30	34.5	33.6	34.8	27	0

Pada Tabel 3 diatas merupakan matriks untuk waktu tempuh dari depot ke pelanggan maupun dari pelanggan 1 ke pelanggan yang lainnya. Dalam perhitungan time windows perlu diperhatikan aspek waktu sehingga matriks jarak harus dikonversikan dahulu menjadimatriks waktu.

Pada tabel 4 di bawah berisi data time window yang sudah diubah ke menit beserta dengan service time dan demand. Iterasi I berawal dari node 0 pada menit 360 menuju ke jarak terdekat berikutnya yaitu node 6 dengan jarak tempuh 14.4 sehingga kendaraan tibadi node 6 pada menit 374.4 dan langsung dilayani karena sudah melebihi earliest arrival time atau waktu buka paling awal. Kendaraan dilayani dengan service time selama 15 menit sehingga kendaraan keluar dari node 6 pada menit ke 389.4. Demand di node 6 adalah 430kg, maka kapasitas kendaraan dikurangi 430kg menjadi 1570kg.

Tabel 4 data time window dan service time dalam menit

node	time window		ser.time	demand
	min	max		
0	360	660	15	
1	360	540	15	330
2	438	600	15	225
3	420	660	15	410
4	360	600	15	560
5	480	660	15	500
6	360	600	15	430
7	378	480	15	350
8	360	540	15	300
9	480	660	15	340
10	480	600	15	100

Iterasi kedua kembali mencari rute terdekat yaitu node 7. Dengan jarak tempuh 4.65 menit sehingga kendaraan tiba di node 7 pada menit ke 394.05 dan langsung dilayani dengan service time 15 menit. Kendaraan keluar dari node 7 pada menit ke 409.05. Demand di node 7 adalah 350kg, maka kapasitas kendaraan dikurangi 350kg menjadi 1220kg. Dengan cara yang sama iterasi terus dilanjutkan.

Sesuai dengan ketentuan, apabila kapasitas sudah tidak mencukupi maka kendaraan harus kembali ke depot untuk mengisi kembali muatan sebelum melanjutkan perjalanan untuk rute berikutnya.

Tabel 4 hasil rekap iterasi untuk rute 1 terpilih

iterasi	dari	brgkat	jarak	tiba	mulai	ser.time	keluar	capacity	demand	sisa
1	0 ke 6	360	14.4	374.4	374.4	15	389.4	2000	430	1570
2	6 ke 7	389.4	4.65	394.1	394.1	15	409.1	1570	350	1220
3	7 ke 4	409.1	6	415.1	415.1	15	430.1	1220	560	660
4	4 ke 8	430.1	6.45	436.5	436.5	15	451.5	660	300	360
5	8 ke 2	451.5	7.5	459	459	15	474	360	225	135
6	2 ke 10	474	44.4	518.4	518.4	15	533.4	135	100	35
7	10 ke 0	533.4	39	572.4						

Tabel 5 hasil rekap iterasi untuk rute 2 terpilih

iterasi	dari	brgkat	jarak	tiba	mulai	ser.time	keluar	capacity	demand	sisa
1	0 ke 1	360	37.5	397.5	397.5	15	412.5	2000	330	1670
2	1 ke 3	412.5	24.6	437.1	437.1	15	452.1	1670	410	1260
3	3 ke 9	452.1	28.05	480.2	480.2	15	495.2	1260	340	920
4	9 ke 5	495.2	21	516.2	516.2	15	531.2	920	500	420
5	5 ke 0	531.2	15	546.2						

Perhitungan didapatkan setelah melewati 12 tahap iterasi yang terbagi menjadi 2 rute. Pada rute pertama terdapat 7 iterasi sedangkan pada rute kedua terdapat 5 iterasi. Ketika dicoba menggunakan 1 kendaraan, proses pengiriman mengalami masalah pada iterasi 9. Pada iterasi ke 9 sudah tidak ada lagi pelanggan yang membuka tokonya atau dalam kata lain sudah diluar time window, namun masih ada 2 pelanggan yang belum dikirim barang atau ikan.

Sehingga pada kondisi ini dibutuhkan 2 kendaraan agar proses pengantaran ikan oleh PT.XYZ berjalan dengan lancar dan dapat memenuhi semua demand.

Total waktu yang diperlukan untuk semua rute terdapat pada table 6 dan 7 dibawah ini :

Tabel 6 Total waktu yang dibutuhkan untuk rute 1

iterasi	dari	brgkat	keluar	total waktu (menit)
1	0 ke 6	360.000	389.400	29.400
2	6 ke 7	389.400	409.050	19.650
3	7 ke 4	409.050	430.050	21.000
4	4 ke 8	430.050	451.500	21.450
5	8 ke 2	451.500	474.000	22.500
6	2 ke 10	474.000	533.400	59.400
7	10 ke 0	533.400	0.000	0.000
TOTAL				173.400

Tabel 7 Total Waktu yang dibutuhkan untuk rute 2

iterasi	dari	brgkat	keluar	total waktu (menit)
1	0 ke 1	360.000	412.500	52.500
2	1 ke 3	412.500	452.100	39.600
3	3 ke 9	452.100	495.150	43.050
4	9 ke 5	495.150	531.150	36.000
5	5 ke 0	531.150	0.000	0.000
TOTAL				171.150

Dari table diatas dapat diketahui bahwa total waktu yang dibutuhkan untuk rute 1 yang dipakai oleh kendaraan 1 adalah 173.4 menit sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk rute 2 yang dipakai oleh kendaraan 2 adalah 171.150. Dari data tersebut dapat diketahui total biaya yang akan dikeluarkan PT. XYZ ketika menggunakan rute tersebut adalah

$$\text{Total cost} = \text{total waktu} * \text{biaya kendaraan}$$

$$\text{Total cost} = 173.4 * 300 + 171.150 * 300 = \text{Rp } 103.365$$

4. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil perhitungan pada penelitian ini diperoleh beberapa kesimpulan yaitu :

1. Terdapat 2 rute dengan total 12 iterasi.
2. Rute 1 melayani 6 pelanggan yaitu node 6, 7, 4, 8, 2, dan 10 dengan total waktu 173.4 menit
3. Rute 2 melayani 4 pelanggan yaitu node 1, 3, 9, dan 5 dengan total waktu 171.15menit
4. Total waktu yang dibutuhkan untuk kedua rute dari awal kendaraan berangkat daridepot hingga kembali ke depot adalah 344.550

Daftar Pustaka

- Paolo Toth & Daniele Vigo, Vehicle Routing Problems, Methods, and Applications, 2nd edition, SIAM, USA. Pg 119-122.
- Miranda, Douglas M., Jurgen Branke, & Samuel V., (2017), Conceic, Algorithms for the Multi-Objective Vehicle Routing Problem with Hard Time Windows and Stochastic Travel Timeand Service Time, Applied Soft Computin
- Faizah, LA. "Analisis Kepuasan Mahasiswa terhadap Universitas X:. Skripsi , Mahasiswa Jurusan Statistika ITS. Surabaya (2011)
- Ahkamiraad,A. & Wang,Y. (2018). Capacitated and multiple crossdocked