

Optimasi Jalur Distribusi Kapal Pengangkut Ikan Dengan Metode Simulated Annealing Menggunakan Google OR-Tools

by Hozairi Hozairi

Submission date: 28-Dec-2021 07:14AM (UTC+0700)

Submission ID: 1735986849

File name: A34._Master_21_Nopember_2020.pdf (2.21M)

Word count: 5296

Character count: 24698

Optimasi Jalur Distribusi Kapal Pengangkut Ikan Dengan Metode *Simulated Annealing* Menggunakan Google OR-Tools

Hozairi
Program Studi Teknik Informatika
Universitas Islam Madura
Pamekasan - Indonesia
dr.hozairi@gmail.com

Marcus Tukan
Program Studi Teknik Industri
Universitas Pattimura
Ambon - Indonesia
marcustukan@gmail.com

Heru Lumaksono
Program Studi Teknik Bangunan Kapal
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya (PPNS)
Surabaya - Indonesia
herupps@gmail.com

Syariful Alim
Program Studi Teknik Informatika
Universitas Bhayangkara Surabaya
Surabaya - Indonesia
syalihbara@gmail.com

Abstract—Pada proses pengangkutan ikan hasil tangkapan nelayan di 26 (dua puluh enam) Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) menuju Pelabuhan Perikanan Nasional (PPN) di Sulawesi, ada beberapa masalah yang muncul yaitu masalah waktu yang cukup lama dan biaya operasional tinggi disebabkan jalur distribusi kapal pengangkut ikan kurang optimal, sehingga menyebabkan kualitas ikan rendah dan biaya bahan bakar tinggi. Masalah penentuan jalur distribusi kapal pengangkut ikan yang kurang optimal tersebut akan diselesaikan dengan metode *Simulated Annealing* (SA) menggunakan Google OR-Tools yang terbukti efisien digunakan untuk memecahkan masalah penentuan jalur distribusi yang optimal karena sifatnya yang heuristik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode *Simulated Annealing* (SA) berhasil meningkatkan efisiensi sebesar 6% dari jalur awal. Oleh karena itu, penelitian ini memberikan rekomendasi 4 (empat) jalur yang paling optimal untuk dipilih oleh Pengusaha untuk mempercepat proses pengangkutan ikan dari PPI menuju PPN supaya untuk menjaga kualitas ikan dan menghemat biaya operasional.

Keywords—Optimasi, *Simulated Annealing*, OR-Tool

I. PENDAHULUAN

Produk perikanan adalah salah satu andalan Indonesia untuk meningkatkan perolehan devisa negara karena Indonesia adalah negara maritim dengan 80% laut. Nilai ekspor produk perikanan Indonesia mengalami peningkatan dengan rata-rata 1.66% sejak tahun 2014, sehingga pada tahun 2018 Indonesia menempati urutan ke-12 sebagai Negara ekspor produk perikanan dengan total nilai US \$4,8 [1]. Komoditas perikanan yang paling banyak memberikan sumbangan devisa negara adalah kelompok udang, tuna dan cakalang karena komoditas ikan tuna spesies paling banyak terdapat di Indonesia [2].

Maluku dengan luas administratif 712.479,65 km² dimana persentase luas laut adalah 92,4% atau 658.294,69 km²

dibanding dengan luas daratan yang hanya 7,6% atau 54.185 km² serta memiliki 1.340 pulau, tentulah sangat berpotensi sebagai Kompetitor di sector perikanan tuna, tongkol dan cakalang [3].

Sesuai keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan N0.45/MEN/2011, Indonesia memiliki 11 Wilayah Pengelolaan Perikanan Republik Indonesia (WPP-RI) untuk perikanan tangkap. Dari 11 WPP-RI, Maluku berada dalam 3 WPP yaitu [3]: WPP-RI 714 Laut Banda memiliki potensi 278.400 ton/tahun, WPP-RI 715 Laut Seram dan Teluk Tomini memiliki potensi 595.500 ton/tahun dan WPP-RI 718 Laut Arafura dan Laut Timor memiliki potensi 855.600 ton/tahun, ketiga WPP ini memiliki total potensi perikanan sebesar 1.729.100 ton/tahun. Sebaran 26 lokasi PPI di Sulawesi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nama PPI, Lokasi dan Kabupaten

Kode	Nama PPI	Lokasi
X1	PP. Ambon	Kota Ambon
X2	PP. Eri	Kota Ambon
X3	PP. Leihitu	Kec Leihitu P ambon, Malteng
X4	PP. Salahutu	Waai , P ambon
X5	PP. Tulehu	Tulehu, P ambon
X6	PP. Haria	Kec Saparua, Malteng
X7	PP. Amahai	Kec Amahai
X8	PP. Masohi	Kota masohi
X9	PP. Tehoru	Kec Amahai
X10	PP. Banda	Banda Neira
X11	PP. Piru	Kota Piru
X12	PP. Opin	Wahai ,seram utara
X13	PU. Geser	Geser
X14	PP. Tamher Timur	P kesui
X15	PP. Masarete	Masarete Buru
X16	PP. Tual	Kota Tual, Malra
X17	PP. Kelvik Taar	Desa taar p dulah kei kecil
X18	PP. Laimgangas	Kei kecil malra, 1 km dr tual
X19	PP. Dobo	Kota dobo, Kep Aru
X20	PP. benjina	Benjina, Kep aru

X21	PP. Kalar Kalar	Kalar Kep Aru
X22	PP. Warabal	Pulau penambulai
X23	PP. Ukurlarang	Desa, lauran, Saumlaki
X24	PP. Penambungan	Nantabung P selaru
X25	PP. Klishatu	wetar
X26	PP. Wetar	Kara, P wetar

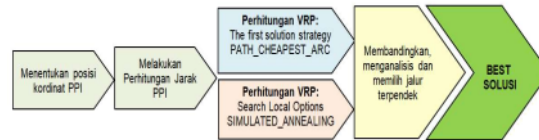
Di lain sisi untuk menjaga kualitas ikan hasil tangkapan tetap segar dan layak ekspor, maka diperlukan sistem distribusi kapal ikan dari Pelabuhan Perikanan Nasional (PPN) ke Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) dan kembali ke PPN lagi, untuk dilakukan proses pengolahan dan packaging kemudian diekspor. Berdasarkan rute distribusi kapal pengangkut ikan ke masing-masing PPI yang dikeluhkan oleh pengusaha adalah seringnya terjadi kelambatan waktu kedatangan karena rute distribusi kapal belum optimal. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “bagaimana menentukan rute distribusi kapal pengangkut ikan dari PPN ke PPI dengan biaya rendah dan waktu yang optimal?”. Metode yang cocok dikembangkan dalam penelitian ini adalah metode optimasi multiobjektif yaitu *Simulated Annealing* (SA) dengan menggunakan *Google OR-Tools*. SA merupakan metode *searching* yang memanfaatkan teori probabilitas untuk mencari global minimum dari suatu permasalahan optimasi [4], [5]. SA umumnya digunakan untuk variabel yang bersifat *categorical*. Target dari metode ini adalah menemukan solusi bagus yang bisa diterima, bukan untuk mencari solusi yang terbaik.

Penelitian ini dilakukan pada obyek distribusi kapal pengangkut ikan di PPN Maluku dengan jumlah PPI adalah 26 (dua puluh enam) dan kapal pengangkut yang tersedia adalah 4 (empat) unit dengan kapasitas sama. Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah jarak tempuh “ke” dan “dari” antar 2 vertices yang sama. TSP merupakan dasar untuk mempelajari metode umum yang dapat diaplikasikan pada masalah optimasi. Istilah TSP sering dikenal dengan VRP, metode VRP banyak digunakan untuk mendapatkan jarak terpendek pada saat pendistribusian kapal pengangkut ikan ke beberapa PPI untuk mengangkut ikan dan kembali ke PPN dengan target waktu tempuh dan jarak yang paling optimal.

II. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mencari rute terpendek dengan waktu tempuh yang paling cepat untuk mengambil ikan di beberapa PPI diangkut ke PPN. batasan dalam penelitian ini waktu, jarak tempuh PPI dan jumlah kapal pengangkut ikan yang tersedia serta data koordinat yang diperoleh dari google map.

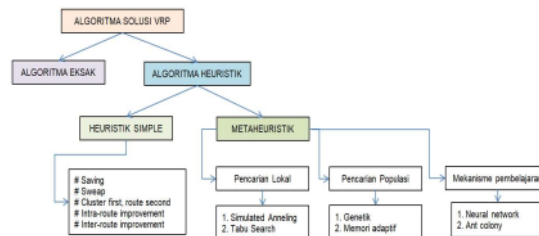
Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1, yang terdiri dari beberapa tahapan, yaitu: Tahap pertama adalah menentukan titik kordinat PPI. Tahap kedua adalah menghitung jarak antar PPI. Tahap ketiga adalah melakukan perhitungan VRP dengan *Path_Cheapest_Arc* (PCA) dan *Simulated_Annealing* (SA) untuk menentukan jarak yang paling optimal. Tahap keempat adalah menganalisa dan membandingkan antara hasil PCA dan SA, dan Tahap kelima adalah menentukan solusi terbaiknya untuk dijadikan rekomendasi dalam penelitian ini.



Gambar 1. Tahapan penelitian

Software yang digunakan adalah OR-Tools miliknya Google. OR-Tools adalah perangkat lunak terbuka untuk pengoptimalan kombinatorial, yang bertujuan menemukan solusi terbaik untuk masalah dari sekumpulan solusi yang mungkin sangat besar. Berikut beberapa contoh masalah yang dipecahkan oleh OR-Tools: *Vehicle routing*, *Scheduling*, dan *Bin packing*. Dalam kebanyakan kasus, masalah seperti ini memiliki banyak sekali kemungkinan solusi, terlalu banyak bagi komputer untuk mencari semuanya. Untuk mengatasinya, OR-Tools menggunakan algoritma *state-of-the-art* supaya mempersempit kumpulan pencarian, menemukan solusi yang optimal.

Secara umum metode VRP memiliki beberapa tujuan yang ingin dicapai, yaitu [6], [7], [8], [9]: (a) meminimalkan biaya perjalanan, (b) meminimalkan jumlah kendaraan, (c) menentukan rute tercepat, (d) mengoptimalkan pelayanan terhadap konsumen. Berdasarkan Gambar 2, menjelaskan tentang algoritma solusi VRP memiliki 2 (dua) macam metode, yaitu (1) algoritma eksak dan (2) algoritma heuristik. Pengembangan metode heuristik paling banyak dikembangkan karena beberapa peneliti banyak berpendapat, bahwa metode heuristik lebih efisien, lebih cepat dalam menemukan solusi.



Gambar 2. Algoritma solusi untuk VRP

Metoda heuristik menghasilkan solusi dengan kualitas yang baik. Ketika dijumpai masalah dengan sampel yang besar atau diperlukan solusi komputasi yang lebih cepat, maka metoda heuristik ini tepat digunakan. Ada tiga kelompok metode heuristik untuk menyelesaikan VRP, yaitu [10], [11], [12]:

[1] Metode Heuristik Konstruktif

Secara berurutan atau gradual membentuk solusi yang layak dengan memperhatikan biaya solusi, akan tetapi tidak terdapat fase perbaikan atau peningkatan.

[2] Metode Heuristik dua fase

Dalam menyelesaikan masalahnya metode ini dipecah menjadi dua komponen yaitu mengelompokkan

(clustering) permasalahan ke dalam rute yang layak dan baru dilakukan pembuatan rute (routing).
 [3] Metode perbaikan

Metode ini mencoba mencari setiap solusi yang layak dengan melakukan pertukaran urutan node, baik didalam rute itu sendiri maupun di luar rute yang sudah terbentuk.

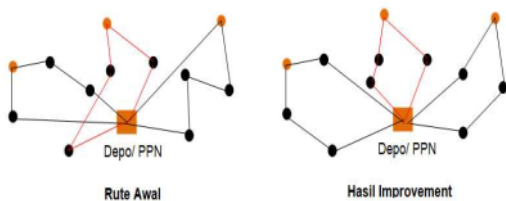
Pada penelitian ini pendekatan VRP yang digunakan adalah metode *Path_Cheapest_Arc* (PCA) dan dilakukan dengan *improvement heuristic* yang dilakukan dengan melakukan pertukaran urutan node, baik di dalam rute itu sendiri (*intra route exchange*) maupun di luar rute yang sudah terbentuk (*inter route exchange*). Tahapannya sebagai berikut:

Algoritma *Path_Cheapest_Arc*:

- a. Memulai dari node "awal" rute,
- b. Hubungkan ke node yang menghasilkan segmen rute terdekat,
- c. Kemudian perpanjang rute dengan melakukan iterasi pada node terakhir yang ditambahkan ke rute.

Algoritma *improvement heuristic*:

- a. Start dengan rute yang memungkinkan
- b. *Intra route exchange*:
 - Tukar posisi salah satu konsumen di dalam rute
 - Tukar dua kurva dalam rute
 - Tukar tiga kurva dalam rute
- c. *Inter route exchange*:
 - Pindahkan satu konsumen dari satu rute ke rute lain.
 - Tukar dua konsumen antar rute.



Gambar 1. Metoda *improvement heuristic*

Algoritma *simulated annealing* termasuk metode *metaheuristic* yang paling banyak digunakan oleh para peneliti untuk menyelesaikan masalah optimasi penentuan rute, penjadwalan, dan produksi produk dengan tujuan memperbaiki solusi awal dengan menemukan tujuan yang optimal, biasanya digunakan untuk mencari solusi yang minim.

Simulated Annealing dapat langsung diterapkan pada permasalahan optimasi dengan cara mendefinisikan operator ketetangaan dan evaluasi yang sesuai [13], [14], [15], [16]. Proses dimulai dari mendefinisikan sebuah kandidat solusi (*p*), maka eksplorasi pada semua solusi kemungkinan melakukan iterasi dengan operator ketetangaan tersebut (*p'*).

Sebuah kandidat solusi akan diterima jika:

- *p'* (tetangga) memiliki fungsi biaya yang lebih baik dari *p* (kandidat solusi)
- probabilitasnya diterima dengan persamaan $\exp(-\Delta/t)$ dimana Δ adalah nilai yang berubah pada fungsi biaya dan *t* (temperature) adalah parameter control.

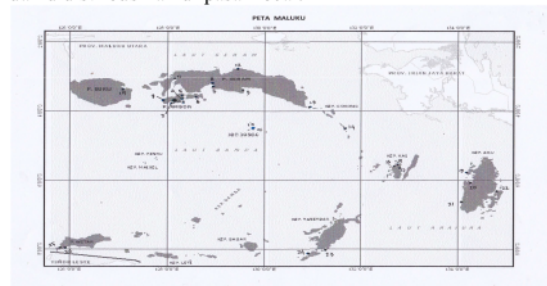
Algoritma *simulated annealing* bekerja sesuai dengan pengisian angka tersebut, proses dianggap benar jika telah menemui salah satu syarat diterimanya solusi tersebut.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan rute terbaik kapal penjemput ikan di masing-masing PPI untuk diangkut ke PPN dengan tujuan dilakukan proses pengolahan ikan untuk mempertahankan dan meningkatkan kualitas hasil tangkapan ikan. Jumlah PPN dan PPI yang tersebar di Maluku adalah 26 buah dan kapal pengangkut ikan yang dimiliki perusahaan hanya 4 buah, sehingga solusi yang akan dicari adalah rute terbaik untuk 4 kapal, 3 kapal dan 2 kapal. Data jarak yang digunakan dalam penelitian ini adalah titik kordinat pada masing-masing PPI.

A. Hasil Perhitungan Jarak Lokasi PPI

Proses perhitungan jarak lokasi antar PPI sangat ditentukan dengan kondisi kordinat peta PPI yang tersebar di Maluku seperti terlihat pada Gambar 3, sebaran PPI yang terlihat pada Gambar 3 menjelaskan bahwa sebaran PPI relatif berjauhan antara satu kota dengan kota lain, supaya tetap bisa menjaga kualitas ikan tuna hasil tangkapan, maka segera perlu dipindah ke PPN yang memiliki sarana dan prasarana memadai untuk keperluan pasar ekspor dan kualitas yang rendah akan diolah dan didistribusikan di pasar local.



Gambar 3. Lokasi sebaran PPI di Maluku

Setelah posisi kordinat masing-masing PPI sudah ditemukan, maka selanjutnya bisa dilakukan perhitungan jarak antar lokasi PPI, metode perhitungan jarak menggunakan *Euclidean Distance*. Formulasi dari jarak *Euclidean* seperti terlihat pada rumus 1.

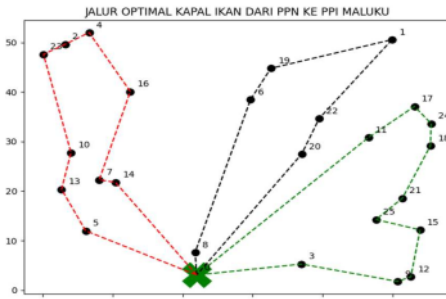
$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$$

Keterangan:

- x_i = koordinat x untuk fasilitas i
- y_i = koordinat y untuk fasilitas i
- d_{ij} = jarak antar fasilitas i dan j

2. Rute Kapal 2 = 0 → 8 → 6 → 19 → 17 → 24 → 18 → 21 → 25 → 0
Total Jarak = 113 m
3. Rute Kapal 3 = 0 → 20 → 22 → 1 → 11 → 0
Total Jarak = 111 m
4. Rute Kapal 4 = 0 → 16 → 4 → 2 → 23 → 10 → 13 → 5 → 0
Total Jarak = 112 m

Total jarak yang harus ditempuh untuk bisa menuntaskan pengangkutan kapal ikan adalah **445 mil**.

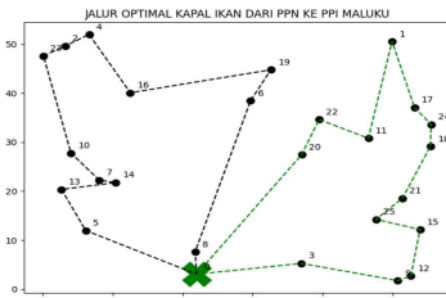


Gambar 6. Hasil distribusi 3 kapal ikan dengan model PCA

Hasil rekomendasi rute untuk 3 kapal pengangkut ikan ke masing-masing PPI dengan metode PCA (Gambar 6) adalah sebagai berikut:

1. Rute Kapal 1 = 0 → 11 → 17 → 24 → 18 → 21 → 25 → 15 → 12 → 9 → 3 → 0
Total Jarak = 116 m
2. Rute Kapal 2 = 0 → 8 → 6 → 19 → 1 → 22 → 0
Total Jarak = 113 m
3. Rute Kapal 3 = 0 → 14 → 7 → 16 → 4 → 2 → 23 → 10 → 13 → 5 → 0
Total Jarak = 115 m

Total jarak yang harus ditempuh untuk bisa menuntaskan pengangkutan kapal ikan adalah **344 mil**.



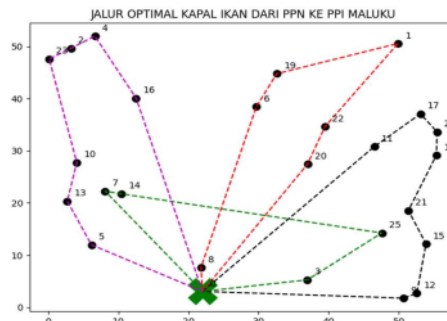
Gambar 7. Hasil distribusi 2 kapal ikan dengan model PCA

Hasil rekomendasi rute untuk 2 kapal pengangkut ikan ke masing-masing PPI dengan metode PCA (Gambar 7) adalah sebagai berikut:

1. Rute Kapal 1 = 0 → 20 → 22 → 11 → 1 → 17 → 24 → 18 → 21 → 25 → 15 → 12 → 9 → 3 → 0
Total Jarak = 146 m
2. Rute Kapal 2 = 0 → 8 → 6 → 19 → 16 → 4 → 2 → 23 → 10 → 7 → 14 → 13 → 5 → 0
Total Jarak = 143 m

Total jarak yang harus ditempuh untuk bisa menuntaskan pengangkutan kapal ikan adalah **289 mil**.

Hasil penentuan jalur terpendek dengan menggunakan pendekatan *Simulated Annealing* (SA) dapat dilihat pada Gambar 8, 9 dan 10. Metode SA bertujuan untuk meminimasi sebuah fungsi objektif (*cost function*). Pada awal proses, sebuah solusi awal dipilih secara acak dari ruang solusi atau dibuat dengan menggunakan metode heuristik tertentu. Lalu dari solusi awal ini di-generate sebuah solusi baru, yang kemudian dibandingkan nilai fungsi objektifnya dengan solusi awal. Jika solusi baru ini lebih baik, ia akan diterima.

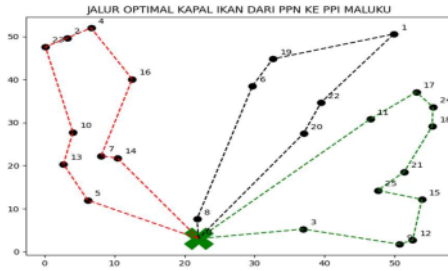


Gambar 8. Hasil optimasi 4 distribusi kapal pengangkut ikan dengan metode SA

Hasil rekomendasi rute untuk 4 kapal pengangkut ikan ke masing-masing PPI dengan metode SA (Gambar 8) adalah sebagai berikut:

1. Rute Kapal 1 = 0 → 7 → 14 → 25 → 2 → 0
Total Jarak = 90 m
2. Rute Kapal 2 = 0 → 11 → 17 → 24 → 18 → 21 → 15 → 12 → 9 → 0
Total Jarak = 110 m
3. Rute Kapal 3 = 0 → 8 → 6 → 19 → 1 → 22 → 20 → 0
Total Jarak = 113 m
4. Rute Kapal 4 = 0 → 16 → 4 → 2 → 23 → 10 → 13 → 5 → 0
Total Jarak = 112 m

Total jarak yang harus ditempuh untuk bisa menuntaskan pengangkutan kapal ikan adalah **425 mil**.

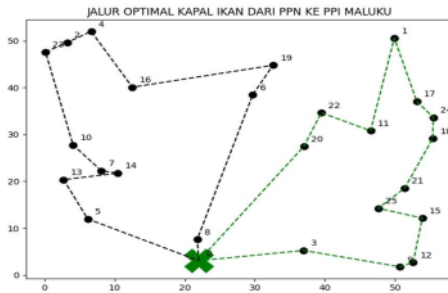


Gambar 9. Hasil optimasi 3 distribusi kapal pengangkut ikan dengan metode SA

Hasil rekomendasi rute untuk 3 kapal pengangkut ikan ke masing-masing PPI dengan metode SA (Gambar 9) adalah sebagai berikut:

4. Rute Kapal 1 = 0 → 11 → 17 → 24 → 18 → 21 → 25 → 15 → 12 → 9 → 3 → 0
Total Jarak = 116 m
5. Rute Kapal 2 = 0 → 8 → 6 → 19 → 1 → 22 → 10
Total Jarak = 113 m
6. Rute Kapal 3 = 0 → 14 → 7 → 16 → 4 → 2 → 23 → 10 → 13 → 5 → 0
Total Jarak = 115 m

Total jarak yang harus ditempuh untuk bisa menuntaskan pengangkutan kapal ikan adalah **344 mil**.



Gambar 10. Hasil optimasi 2 distribusi kapal pengangkut ikan dengan metode SA

Hasil rekomendasi rute untuk 2 kapal pengangkut ikan ke masing-masing PPI dengan metode SA (Gambar 10) adalah sebagai berikut:

1. Rute Kapal 1 = 0 → 20 → 11 → 1 → 17 → 24 → 18 → 21 → 25 → 15 → 12 → 9 → 3 → 0
Total Jarak = 146 m
3. Rute Kapal 2 = 0 → 8 → 6 → 19 → 16 → 4 → 2 → 23 → 10 → 7 → 14 → 13 → 5 → 0
Total Jarak = 143 m

Total jarak yang harus ditempuh untuk bisa menuntaskan pengangkutan kapal ikan adalah **289 mil**.

Tabel 3. Hasil analisa rute distribusi kapal pengangkut ikan dari PPN ke PPI (Mil)

Pendekatan VRP	Panjang rute hasil distribusi kapal pengangkut ikan dari PPN ke PPI		
	4 Kapal	3 Kapal	2 Kapal
<i>Path Cheapest Arc (PCA)</i>	445 mil	344 mil	289 mil
<i>Simulated Anneling (SA)</i>	425 mil	344 mil	289 mil

Berdasarkan hasil perbandingan solusi PCA dan SA diperoleh rekomendasi untuk menggunakan pendekatan *Simulated Anneling (SA)* dalam menyelesaikan masalah distribusi kapal pengangkut ikan segar dari PPN ke PPI karena metode SA sangat baik untuk menyelesaikan permasalahan kombinatorial atau kompleks. Metode SA telah mampu menghemat 25 Mil atau 6% daripada menggunakan metode PCA (Tabel 3), artinya jika metode ini diimplementasikan akan mampu menghemat biaya 6% karena sudah mampu memperpendek rute dan masa waktu yang ditetapkan.

Untuk percobaan dengan 3 dan 2 kapal pengangkut ikan hasil metode PCA dan SA merekomendasikan rute yang sama, tetapi jika semakin banyak armada kapal pengangkut ikan ke beberapa PPI ternyata metode PCA kurang optimal menyelesaikan permasalahan distribusi, sedangkan metode SA sangat cocok untuk menyelesaikan permasalahan 4 distribusi kapal pengangkut (Gambar 8).

IV. KESIMPULAN

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menentukan rute distribusi kapal pengangkut ikan dari **Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) menuju Pelabuhan Perikanan Nasional (PPN) di Maluku** untuk dikelola dan diekspor. Hasil simulasi optimasi VRP dengan 3 dan 2 kapal pengangkut ikan metode PCA dan SA merekomendasikan rute yang sama dengan jarak yang sama yaitu 344 mil dan 289 mil, tetapi simulasi dengan 4 kapal pengangkut ikan ke beberapa PPI ternyata metode PCA kurang optimal menyelesaikan permasalahan distribusi, sedangkan metode SA sangat efisien dan mampu memperpendek jarak sebesar 6% dibandingkan PCA yaitu 425 mil. Keterbatasan penelitian ini belum menghitung kapasitas kemampuan masing-masing kapal dan jumlah produksi ikan dimasing-masing PPI sehingga penelitian ini bisa dikembangkan dengan metode CVRP sehingga kebutuhan kapal pengangkut ikan lebih riil dengan kondisi lapangan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari Penelitian Strategis Nasional Konsorsium (PSNK) yang didanai pada Tahun 2020, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Perguruan Tinggi Republik Indonesia (Kemristek Dikti). Tidak lupa kami juga ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) yang telah mendukung dan membantu penelitian ini.

REFERENCES

- [1] Kementerian Kelautan dan Perikanan, "Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan RI Nomor PER.08/MEN/2012 Tentang Kepelabuhanan Perikanan," pp. 1–20, 2012.
- [2] D. K. dan Perikanan, "Profil Kelautan dan Perikanan Provinsi Sumatera Barat," 2011.
- [3] Kementerian Kelautan dan Perikanan RI, "Analisis Data Pokok Kelautan dan Perikanan 2014 PIR 2014 KKP.pdf."
- [4] A. Chandra and B. Setiawan, "Optimasi Jalur Distribusi dengan Metode Vehicle Routing Problem (VRP)," *J. Manaj. Transp. dan Logist.*, vol. 05, no. 02, pp. 105–116, 2018.
- [5] A. A. N. P. Redi and A. A. N. A. Redioka, "Algoritma Simulated Annealing untuk Optimasi Rute Kendaraan dan Pemindahan Lokasi Sepeda pada Sistem Public Bike Sharing," *J. Sist. dan Manaj. Ind.*, vol. 3, no. 1, p. 50, 2019.
- [6] W. Ho, G. T. S. Ho, P. Ji, and H. C. W. Lau, "A hybrid genetic algorithm for the multi-depot vehicle routing problem," *Eng. Appl. Artif. Intell.*, vol. 21, no. 4, pp. 548–557, 2008.
- [7] S. Sulistiono and N. S. M. Mussafi, "Rancang Bangun Vehicle Routing Problem Menggunakan Algoritma Tabu Search," *J. Fourier*, vol. 4, no. 2, p. 113, 2015.
- [8] H. Al, R. Lubis, and R. B. Frazila, "Penerapan Konsep Vehicle Routing Problem dalam Kasus Pengangkutan Sampah di Perkotaan," *J. Civ. Eng.*, vol. 23, no. 3, pp. 213–222, 2016.
- [9] D. S. Rahayu, A. Suryapratama, A. Z. Amongsaufa, and B. I. K. Koloay, "Evaluasi Algoritma Runut Balik Dan Simulated Annealing Pada Permainan Sudoku," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 3, no. 1, pp. 169–178, 2017.
- [10] F. Hanum, T. Bakhtiar, and adam priyo Hartono, "Masalah Rute Distribusi Multidepot dengan Kapasitas dan Kecepatan Kendaraan Heterogen," 2018, pp. 1–8.
- [11] N. D. Angresti, A. Djunaidy, and A. Mukhlason, "Penerapan Hiperheuristik Berbasis Metode Simulated Annealing untuk Penyelesaian Permasalahan Optimasi Lintas Domain," *J. Nas. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 5, no. 1, pp. 33–40, 2019.
- [12] G. E. Noviardianto, M. Novel, and M. B. Legowo, "Penggunaan Metode Simulated Annealing untuk Optimasi Penempatan Posisi Access Point pada Jaringan WI-FI," *J. Al-AZHAR Indones. SERI SAINS DAN Teknol.*, vol. 5, no. 1, p. 10, 2019.
- [13] M. W. Christianingrum, M. Murdjito, and H. I. Nur, "Model Transportasi Pengiriman Ikan Segar untuk Industri Pengolahan Ikan (Studi Kasus Industri Surimi di Jawa Tengah)," *J. Transp. Sist. Mater. dan Infrastruktur*, vol. 1, no. 2, p. 111, 2019.
- [14] G. Chen, X. Wu, J. Li, and H. Guo, "Green vehicle routing and scheduling optimization of ship steel distribution center based on improved intelligent water drop algorithms," *Math. Probl. Eng.*, vol. 2020, 2020.
- [15] J. J. A. Siahaan, E. Pratiwi, and P. D. Setyorini, "Study of Green-Ship Routing Problem (G-VRP) Optimization for Indonesia LNG Distribution," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 557, no. 1, 2020.
- [16] A. Andriansyah, R. Novatama, and P. D. Sentia, "Algoritma Simulated Annealing untuk Menentukan Rute Kendaraan Heterogen (Studi Kasus)," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 7, no. 5, p. 933, 2020.

Optimasi Jalur Distribusi Kapal Pengangkut Ikan Dengan Metode Simulated Annealing Menggunakan Google OR-Tools

ORIGINALITY REPORT

8%

SIMILARITY INDEX

8%

INTERNET SOURCES

2%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

journal.ppns.ac.id

Internet Source

3%

2

journal.itltrisakti.ac.id

Internet Source

3%

3

core.ac.uk

Internet Source

2%

Exclude quotes Off

Exclude bibliography Off

Exclude matches < 2%