

OPTIMASI RUTE DISTRIBUSI LOGISTIK PENJAGAAN INSTALASI MENARA SUAR PADA KANTOR DISTRIK NAVIGASI TIPE A KELAS I AMBON

(OPTIMIZATION OF LOGISTICS DISTRIBUTION ROUTES FOR MAINTAINING LIGHTWEIGHT INSTALLATIONS AT THE TYPE A CLASS I NAVIGATION DISTRICT OFFICE IN AMBON)

Khadijah Dwi Cahyani^{1*}, Dian Pratiwi Sahar¹, Hanok Mandaku¹

¹ Program Studi Teknik Industri, Universitas Pattimura, Ambon, Indonesia

*E-mail: dwiiicahyani1231@gmail.com

ABSTRAK

Studi ini mengaplikasikan Travelling Salesman Problem with Multiple Time Windows pada masalah distribusi logistik pada Kantor Distrik Navigasi Tipe A Kelas I Ambon. Logistik disalurkan ke beberapa menara suar yang berlokasi di sebelas (11) pulau terpisah, dengan tujuan meminimasi waktu pengiriman (makespan). Masalah dimodelkan dengan menggunakan pendekatan Mixed Integer Linear Programming. Kendala Time Windows dilihat pada syarat waktu tiba kapal disetiap Menara Suar, diantara jam 10.00 sampai 16.00. Berdasarkan hasil pemrograman dengan perjalanan menggunakan kecepatan 10 knot per jam menunjukkan nilai objective value sebesar 251,9000 atau rute pendistribusian dapat dilaksanakan selama 10 hari 4 jam. Kemudian, menggunakan kecepatan 9 knot per jam menunjukkan nilai objective value sebesar 273,5000 atau rute pendistribusian dapat dilaksanakan selama 11 hari 3 jam. Selain itu menggunakan kecepatan 8 knot per jam menunjukkan nilai objective value sebesar 296,3750 atau rute pendistribusian dapat dilaksanakan selama 12 hari 3 jam. Kondisi aktual yang Kantor Distrik Navigasi Tipe A Kelas I Ambon untuk distribusi logistik adalah 14 hari untuk kecepatan 8 knot per jam. Setelah dilakukan running menggunakan pemrograman LINGO mendapatkan waktu selama 12 hari 3 jam, sehingga TSP-MTW untuk distribusi logistik pada Kantor Distrik Navigasi Tipe A Kelas I Ambon dapat dianggap efektif.

Kata kunci: Rute Transportasi, Distribusi Logistik, Menara Suar, Kepulauan

ABSTRACT

This study applies the Travelling Salesman Problem with Multiple Time Windows to the logistics distribution problem at the Class I Ambon Type A Navigation District Office. Logistics are distributed to several lighthouses located on eleven (11) separate islands, with the aim of minimizing the delivery time (makespan). The problem is modeled using the Mixed Integer Linear Programming approach. Time Windows constraints are seen in the ship's arrival time requirements at each Lighthouse, between 10:00 and 16:00. Based on the programming results with a trip using a speed of 10 knots per hour shows an objective value of 251.9000 or the distribution route can be implemented for 10 days and 4 hours. Then, using a speed of 9 knots per hour shows an objective value of 273.5000 or the distribution route can be implemented for 11 days and 3 hours. In addition, using a speed of 8 knots per hour shows an objective value of 296.3750 or the distribution route can be implemented for 12 days and 3 hours. The actual condition of the Class I Ambon Type A Navigation District Office for logistics distribution is 14 days for a speed of 8 knots per hour. After running using LINGO programming, the time is 12 days and 3 hours, so that the TSP-MTW for logistics distribution at the Class I Ambon Type A Navigation District Office can be considered effective.

Keywords: *Transportation Routes, Logistics Distribution, Beacon Towers, Islands*

1. PENDAHULUAN

Kantor Distrik Navigasi Tipe A Kelas I Ambon memiliki peran penting dalam penjagaan instalasi menara suar yang dimana menara suar menjadi salah satu instalasi yang berfungsi sebagai pemandu kapal-kapal yang berlayar di area tersebut. Sebagai bagian dari sistem Navigasi maritim instalasi menara suar berperan dalam keselamatan pelayaran dan mencegah kecelakaan di laut. Untuk itu Maluku menjadi salah satu wilayah maritim di Indonesia, yang dimana memiliki beberapa menara suar yang berperan dalam membantu kapal-kapal yang berlayar disekelilingnya, oleh karena itu penjagaan dan pemeliharaan instalasi menara suar menjadi suatu keharusan yang tidak boleh diabaikan.

Salah satu pendukung kegiatan penjagaan dan pemeliharaan instalasi menara suar adalah sumber logistik bagi penjaga menara suar, sehingga dibutuhkan sebuah distribusi yang dapat mendukung dan menunjang kegiatan penjagaan pada menara suar. Namun, terdapat kendala yang dapat mengganggu kelancaran distribusi logistik pada penjagaan instalasi menara suar ini, kendala ini berupa cuaca yang buruk dan gelombang yang tinggi dapat menghambat distribusi logistik dengan tepat waktu. Selain itu terdapat beberapa lokasi penjagaan instalasi menara suar di pulau-pulau terpencil yang berada di daerah Maluku yang hanya dapat dikunjungi berdasarkan ketentuan waktu tertentu. Dalam hal ini, penting mengatasi tantangan distribusi logistik tersebut, dalam lingkup Optimasi Rute Distribusi Logistik untuk Penjagaan Instalasi Menara Suar pada Kantor Distrik Navigasi Tipe A Kelas I Ambon, rute yang efisien menjadi salah satu faktor kunci dalam mengoptimalkan Rute Distribusi Logistik. Dengan adanya masalah *Travelling Salesman Problem with Times Windows* ini peneliti mencoba menemukan rute distribusi logistik yang paling efisien untuk mencapai beberapa instalasi menara suar dalam satu kali perjalanan.

Masalah *Travelling Salesman* dengan beberapa jendela waktu yang diteliti merupakan perpanjangan dari masalah *Travelling Salesman With Time Windows*. Dapat dilihat bahwa berdasarkan masalah yang dibatasi waktu, metode simulasi ini diperluas ke *Traveling Salesman Multiple Time Windows* memiliki tujuan untuk menemukan rute perjalanan yang berbiaya minimum dimana kendaraan atau alat transportasi berangkat dari satu lokasi awal dan kembali lagi ke lokasi awal keberangkatan, dengan mengunjungi satu pengguna pada satu waktu.

Penerapan *Travelling Salesman Problem with Multiple Time Windows* dalam Pendistribusian Produk dengan beberapa jendela waktu yang dimana penelitian ini bertujuan untuk menentukan rute yang optimal dalam melakukan pendistribusian produk sehingga memperoleh rute terpendek dengan menggunakan 1 kendaraan untuk mengirimkan produk dari depot menuju ke pusat lainnya..

Berdasarkan dari penelitian sebelumnya dengan menggunakan metode TSP-TW Kantor Distrik Navigasi dapat mengoptimalkan rute distribusi logistik dengan meminimalkan jarak yang ditempuh dan selalu memastikan bahwa semua pengiriman distribusi logistik sesuai dengan jendela waktu atau *Time Windows* yang sudah ditentukan atau ditetapkan oleh masing-masing penjagaan menara suar sehingga membantu meningkatkan distribusi dan memastikan bahwa distribusi logistik tiba dengan tepat waktu.

2. TINJAUAN PUSTAKA

a. Distribusi

Distribusi merupakan proses atau kegiatan yang melibatkan penyaluran barang atau produk dari penyedia ke konsumen, dalam hal ini mencakup beberapa tahapan dan sarana yang digunakan untuk mengirimkan produk tersebut. Kegiatan distribusi melibatkan banyak aspek pada pengiriman produk terhadap konsumen. Saluran distribusi merupakan sebuah jalur yang dilewati oleh arus barang mulai dari produsen ke perantara hingga sampai ke konsumen (Suparjo, 2017). Produsen harus mampu mempertimbangkan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi dalam penentuan saluran distribusi. Dari pemilihan distribusi yang efektif akan dapat meningkatkan

penjualan yang telah menjadi target sehingga keberlangsungan perusahaan terus meningkat. Saluran distribusi adalah salah satu alat baruan pemasaran yang digunakan dalam menentukan keberhasilan dan pemasaran yang dilaksanakan pada perusahaan, sehingga saluran distribusi yang efisien dapat mendukung pelaksanaan pemasaran yang efektif (Suparjo, 2017).

b. Travelling Salesmen Problem with Time Windows

Travelling Salesman Problem merupakan permasalahan optimasi yang bersifat historis yang dimana tidak terdapat penyelesaian yang optimal, namun membutuhkan sebuah tindakan untuk mencoba keseluruhan kemungkinan penyelesaian yang tersedia. Maka dari itu permasalahan tersebut membutuhkan seorang travelling Salesman yang melakukan kunjungan ke tempat-tempat atau lokasi dalam satu jalur sebelum kembali ke lokasi awal yang akan menandakan bahwa perjalanan yang dilakukan telah sempurna. Dalam hal ini dapat diketahui bahwa Travelling Salesmen Problem adalah sebuah permasalahan klasik atau masa lampau yang sangat terkenal dalam studi pada bidang optimasi. (Padiri and Singh, 2019). Tujuan permasalahan dalam Travelling Salesman Problem adalah untuk meminimalkan jarak atau biaya dalam sebuah perjalanan. (Al-Furhud and Hussain, 2020). Dalam hal ini, permasalahan Travelling Salesman Problem diadaptasi pada sebuah masalah yang nyata yang dimana terjadi pada masalah transportasi dan pengiriman barang (Cheikhrouhou and Khoufi, 2021).

c. Travelling Salesman Problem With Multiple Time Windows (TSP-MTW)

Masalah Traveling Salesmen dengan beberapa jendela waktu yang diteliti merupakan perpanjangan dari masalah *Travelling Salesman With Time Windows*. Dapat dilihat bahwa berdasarkan masalah yang dibatasi waktu, metode simulasi ini diperluas ke *Traveling Salesman Multiple Time Windows*. (Xiaoling & Yueli, 2022) masalah TSP-MTW ini memiliki tujuan untuk menemukan rute perjalanan yang berbiaya minimum dimana kendaraan atau alat transportasi berangkat dari satu lokasi awal dan kembali lagi ke lokasi awal keberangkatan, dengan mengunjungi satu pengguna pada satu waktu. Perlu diketahui bahwa setiap pengguna mempunyai beberapa jendela waktu yang tidak berpotongan, kendaraan atau alat transportasi pengiriman harus melakukan pelayanan untuk setiap pengguna di dalam atau di dekat jendela waktu yang telah sesuai dengan jendela waktu tersebut, tanpa ada satu pengguna yang dilewatkan.

d. Karakteristik Travelling Salesman Problem Time Windows (TSP-TW)

Berikut ini adalah langkah-langkah dalam *Travelling Salesman Problem Time Windows* (TSP), yaitu sebagai berikut:

1. Perjalanan harus dilakukan di beberapa kota.
2. Semua kota harus dikunjungi tanpa ada pengecualiaan dan pengulangan kunjungan.
3. Perjalanan dimulai dan diakhiri di depot yang sama.
4. Penambahan Variabel Waktu.

e. Optimasi

Optimasi adalah suatu proses atau cara yang dilakukan untuk mencari solusi yang terbaik dalam sebuah masalah yang dimana cara mana yang terbaik untuk menyelesaikan suatu masalah, sehingga dapat diartikan bahwa optimalisasi atau optimasi merupakan suatu upaya dalam sebuah proses pengambilan keputusan, desain yang efektif, yang dimana berfungsi sebaik mungkin atau dalam bahasa sederhana adalah memaksimumkan atau meminimalkan fungsi yang disajikan untuk berbagai macam kendala (Licker, 2003).

f. Logistik

Dalam kegiatan distribusi pada produk sering sekali tercipta struktur tahapan-tahapan dari tempat penyimpanan yang terdiri dari *manufacturing service*, *distribution centre*, *wholesaler*, dan *retailers*. Arti logistik dalam kamus APICS merupakan ilmu dan seni perolehan dari produksi dan distribusi material pada kuantitas tertentu dan lokasi yang baik. Selain itu logistik juga merupakan suatu tahapan-tahapan dari perencanaan, penerapan hingga pendendalian yang efisien, jalur biaya

efektif, penyimpanan material bahan baku, inventori dalam proses, *output* hingga informasi-informasi dalam tahapan awal hingga mencapai tujuan untuk memenuhi kebutuhan dari konsumen (Sembiring, 2008).

g. Penelitian Terdahulu

Sumarsa & Widyastiti (2023) melakukan penelitian tentang Penerapan Travelling Salesman Problem with Time Windows dalam Pendistribusian Produk yang dimana penelitian ini bertujuan untuk menentukan rute yang optimal dalam melakukan pendistribusian produk sehingga memperoleh rute terpendek dengan menggunakan 1 kendaraan untuk mengirimkan produk dari depot menuju ke berbagai toko lainnya, yang dimana metode yang digunakan dalam model ini adalah Branch and Bound, sehingga hasil yang diperoleh dalam penelitian ini adalah jarak tempuh yang diperoleh sebesar 20,904 km yang dimana rute pendistribusian ini meliputi depot 1 – toko 10 – toko 18 – toko 7 – toko 2 – toko 11 – toko 22 – toko 27 – toko 23 – toko 31 – toko 24 – toko 29 – toko 12 – toko 28 – toko 16 – toko 8 – toko 25 – toko 26 – toko 6 – toko 5 – toko 15 – toko 14 – toko 3 – toko 32 – toko 4 – toko 9 – toko 30 – toko 17 – toko 21 – toko 20 – toko 13 – toko 19 – depot 1, yang dimana dengan menggunakan metode Branch and Bound memiliki solusi yang terbaik dengan selisi jarak 3,95 km.

3. METODE PENELITIAN

a. Waktu dan Tempat Penelitian

Tempat dan waktu pelaksanaan ini berlokasi pada Kantor Distrik Navigasi Tipe A Kelas I Ambon, dengan awal mulai penelitian ini pada bulan September 2023 sampai selesai.

b. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu:

1. Observasi
Dalam hal ini peneliti melakukan observasi secara langsung pada objek penelitian, yaitu pada Kantor Distrik Navigasi Tipe A Kelas I Ambon.
2. Wawancara
Dalam mengumpulkan data yang digunakan untuk memperoleh sebuah informasi, peneliti langsung mendapatkan informasi dari sumbernya yang diaman menanyakan data lokasi instalasi menara suar, jarak dari lokasi 1 dengan lokasi lainnya, waktu tempuh, waktu pelayanan lokasi, waktu setiap lokasi dilayani, waktu tercepat lokasi dilayani, dan waktu terlama lokasi dilayani.
3. Studi Literatur
Studi literatur adalah data yang berhubungan dengan objek yang diteliti serta bersumber dari jurnal-jurnal pendukung yang disusun oleh para ahli dan berkaitan dengan penelitian ini.

c. Metode Analisis Data

Metode analisa data adalah suatu metode yang digunakan untuk menyelesaikan suatu proses analisis dan menghasilkan kesimpulan dalam mengambil keputusan. Dalam penyelesaian Optimasi Rute Distribusi Logistik Untuk Masalah TSP-TW pada Penjagaan Instalasi Menara Suar Pada Kantor Distrik Navigasi Tipe A Kelas I Ambon, berikut adalah langkah-langkah penyelesaiannya:

1. Mengukur dan mengidentifikasi data jarak tempuh dimulai dari keluarnya transportasi sampai kembali ke titik awal.
2. Mengelola dan menggunakan Program LINGO untuk mencari data jarak tempuh yang optimal.
3. Melakukan perbandingan antara rute dari perusahaan dan rute yang diusulkan setelah diolah menggunakan Program LINGO.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengolahan data untuk mengoptimasi rute distribusi logistik penjagaan instalasi menara suar dengan menggunakan Pemrograman LINGO version 18.0. Pada perhitungan penyelesaian *Travelling Salesman Problem with Multiple Time Windows* (TSP-MTW), dengan menggunakan kecepatan 8 knot jam dan terdapat 11 lokasi kunjungan di mulai dari lokasi awal Ambon, P.May, T.Bartuti, P.Fogi, T.Waka, T.Dehekalano, T. Akalemo, P. Lawin, T.Sopi,T.Babo, Pulau Suanggi, dan P.Yiew. Berdasarkan pengolahan data untuk mengoptimasi rute distribusi logistik penjagaan instalasi menara suar dengan menggunakan Pemrograman LINGO version 18.0. Pada perhitungan penyelesaian *Travelling Salesman Problem with Multiple Time Windows* (TSP-MTW), dengan menggunakan kecepatan 8 *knot* jam dan terdapat 11 lokasi kunjungan di mulai dari lokasi awal Ambon, P.May, T.Bartutui, P.Fogi, T.Waka, T.Dehekalano, T. Akalemo, P. Lawin, T.Sopi,T.Babo, Pulau Suanggi, dan P.Yiew. Dari hasil Pemrograman LINGO 18.0 menunjukan perjalanan pertama kapal dalam rute distribusi logistik yang dimulai dari lokasi Ambon ke Pulau Lawin ($X(AMBON, PULAU LAWIN)=1$). Dari Pulau Lawin, kapal selanjutnya melakukan perjalanan ke Tg. Babo ($X(PULAU LAWIN, TG.BABO)=1$). Setelah dari Tg. Babo, kapal melakukan perjalanan ke Pulau Yiew ($X(TG.BABO, PULAU YIEW)=1$). Setelah dari Pulau Yiew kapal melakukan perjalanan ke Tg. Sopi ($X(PULAU YIEW, TG.SOPI)=1$). Setelah dari Tg. Sopi, kapal melakukan perjalanan ke Tg. Akelamo ($X(TG.SOPI, TG.AKELAMO)=1$). Setelah dari Tg. Akelamo, kapal melakukan perjalanan ke Tg. Bartutui ($X(TG.AKELAMO, TG.BARTUTUI)=1$). Setelah dari Tg. Bartutui, kapal melakukan perjalanan ke Pulau Suanggi ($X(TG.BARTUTUI, PULAU SUANGGI)=1$). Setelah dari Pulau Suanggi, kapal melakukan perjalanan ke Pulau May ($X(PULAU SUANGGI, PULAU MAY)=1$). Setelah dari Pulau May, kapal melakukan perjalanan ke Pulau Fogi ($X(PULAU MAY, PULAU FOGI)=1$). Setelah dari Pulau Fogi, kapal melakukan perjalanan ke Tg. Waka ($X(PULAU FOGI, TG.WAKA)=1$). Setelah dari Tg Waka, kapal melakukan perjalanan ke Tg. Dehekalano ($X(TG.WAKA, TG DEHEKALANO)=1$) dan kembali ke Ambon ($X(TG.DEHEKALANO, AMBON)=1$). Dengan rute kapal logistik dimulai dari Ambon → Pulau Lawin → Tg. Babo → Pulau Yiew → Tg. Sopi → Tg. Akelamo → Tg. Bartutui → Pulau Suanggi → Pulau May → Pulau Fogi → Tg. Waka → Tg. Dehekalano → Ambon, total jarak yang di dapat sebesar 296,4 mil atau rute kapal bisa di laksanakan selama 12 hari 3 jam.

Pada perhitungan penyelesaian *Travelling Salesman Problem with Multiple Time Windows* (TSP-MTW), dengan menggunakan kecepatan 9 knot jam dan terdapat 11 lokasi kunjungan di mulai dari lokasi awal Ambon, P.May, T.Bartuti, P.Fogi, T.Waka, T.Dehekalano, T. Akalemo, P. Lawin, T.Sopi,T.Babo, Pulau Suanggi, dan P.Yiew. Dari hasil Pemrograman LINGO 18.0 menunjukan perjalanan pertama kapal dalam rute distribusi logistik yang dimulai dari lokasi Ambon ke Pulau Suanggi ($X(AMBON, PULAU SUANGGI)=1$). Setelah dari Pulau Suanggi, kapal melakukan perjalanan ke Tg. Babo ($X(PULAU SUANGGI, TG.BABO)=1$). Setelah dari Tg. Babo, kapal melakukan perjalanan ke Pulau Yiew ($X(TG.BABO, PULAU YIEW)=1$). Setelah dari Pulau Yiew, kapal melakukan perjalanan ke Tg. Sopi ($X(PULAU YIEW, TG.SOPI)=1$). Setelah dari Tg. Sopi Kapal melakukan perjalanan ke Tg. Waka ($X(TG.SOPI, TG.WAKA)=1$). Setelah dari Tg. Waka, kapal melakukan perjalanan ke Pulau May ($X(TG.WAKA, PULAU MAY)=1$). Setelah dari Pulau May, kapal melakukan perjalanan ke Tg. Bartutui ($X(PULAU MAY, TG.BARTUTUI)=1$). Setelah dari Tg. Bartutui, kapal melakukan perjalanan ke Tg. Akelamo ($X(TG.BARTUTUI, TG.AKELAMO)=1$). Setelah dari Tg. Akelamo, kapal melakukan perjalanan ke Pulau Fogi ($X(TG.AKELAMO, PULAU FOGI)=1$). Setelah dari Pulau Fogi, kapal melakukan perjalanan ke Tg. Dehekalano ($X(PULAU FOGI, TG.DEHEKALANO)=1$). Setelah dari Tg. Dehekalano, kapal melakukan perjalanan ke Pulau Lawin ($X(TG.DEHEKALANO, PULAU LAWIN)=1$), dan kembali ke Ambon ($X(PULAU LAWIN, AMBON)=1$). Dengan rute kapal distribusi logistik dimulai dari Ambon → Pulau Suanggi → Tg. Babo → Pulau Yiew → Tg. Sopi → Tg. Waka → Pulau May → Tg. Bartutui → Tg. Akelamo → Pulau Fogi → Tg. Dehekalano → Pulau Lawin → Ambon, total jarak yang di dapat sebesar 273,5 mil, atau rute pendistribusian dapat di laksanakan selama 11 hari 3 jam.

Pada perhitungan penyelesaian *Travelling Salesman Problem with Multiple Time Windows* (TSP-MTW), dengan menggunakan kecepatan 10 knot jam dan terdapat 11 lokasi kunjungan di mulai dari lokasi awal Ambon, P.May, T.Bartuti, P.Fogi, T.Waka, T.Dehekalano, T. Akalemo, P. Lawin, T.Sopi,T.Babo, Pulau Suanggi, dan P.Yiew. Dari hasil Pemrograman LINGO 18.0 menunjukan perjalanan pertama kapal dalam rute distribusi logistik yang dimulai dari lokasi Ambon ke Tg. Akelamo ($X(AMBON, TG.AKELAMO)=1$) Setelah dari Tg. Akelamo, kapal melakukan perjalanan ke Tg. Babo ($X(TG.AKELAMO, TG.BABO)=1$). Setelah dari Tg. Babo, kapal melakukan perjalanan ke Pulau Yiew ($X(TG.BABO, PULAU YIEW)=1$). Setelah dari Pulau Yiew, kapal melakukan perjalanan ke Tg. Sopi ($PULAU YIEW, TG.SOPI=1$). Setelah dari Tg Sopi, kapal melakukan perjalanan ke Pulau Lawin ($X(TG.SOPI, PULAU LAWIN)=1$). Setelah dari Pulau Lawin, kapal melakukan perjalanan ke Pulau Suanggi ($X(PULAU LAWIN, PULAU SUANGGI)=1$). Setelah dari Pulau Suanggi, kapal melakukan perjalanan ke Pulau May ($X(PULAU SUANGGI, PULAU MAY)=1$). Setelah dari Pulau May, kapal melakukan perjalanan ke Pulau Fogi ($X(PULAU MAY, PULAU FOGI)=1$). Setelah dari pulau Fogi, kapala melakukan perjalanan ke Tg.Dehekalano ($X(PULAU FOGI, TG.DEHEKALANO)=1$). Setelah dari Tg. Dehekalano, kapal melakukan perjalanan ke Tg. Waka ($X(TG.DEHEKALANO, TG.WAKA)=1$). Setelah dari Tg Waka, kapal melakukan perjalanan ke Tg. Bartutui ($X(TG.WAKA, TG.BARTUTUI)=1$), dan kembali ke Ambon ($X(TG.BARTUTUI, AMBON)=1$). Dengan rute kapal distribusi logistik dimulai dari Ambon → Tg. Akelamo → Tg. Babo → Pulau Yiew → Tg. Sopi → Pulau Lawin → Pulau Suanggi → Pulau May → Pulau Fogi → Tg. Dehekalano → Tg. Waka → Tg. Bartutui → Ambon, total jarak yang di dapat sebesar 251,9 atau rute pendistribusian dapat di laksanakan selama 10 hari 4 jam.



Gambar 1. Rute Usulan

Dapat dilihat dari ketiga pengolahan data diatas menggunakan Pemrograman LINGO untuk menyelesaikan *Travelling Salesman Problem with Multiple Time Windows* (TSP-MTW) dengan

menggunakan 3 kecepatan yaitu 10 *knot*, 9 *knot*, dan 8 *knot*. Diasumsikan bawah kecepatan 8 *knot* adalah kecepatan pada saat gelombang yang tinggi, angin yang kencang dan kondisi *existing* lainnya, yang dimana waktu yang di perlukan Kantor Distrik Navigasi adalah 14 hari kemudian kecepatan 8 *knot* setelah dilakukan *running* menggunakan pemrograman LINGO mendapatkan waktu 12 hari 3 jam.

5. KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa kecepatan 10 *knot* diperoleh *Objective Value* sebesar 251,9000 atau rute pendistribusian dapat dilaksanakan selama 10 hari 4 jam, kemudian untuk kecepatan 9 *knot* diperoleh *Objective Value* sebesar 273,5000 atau rute pendistribusian dapat dilaksanakan selama 11 hari 3 jam, dan untuk 8 *knot* diperoleh *Objective Value* sebesar 287,5556 atau rute pendistribusian dapat dilaksanakan selama 11 hari 9 jam. Dapat diketahui bahwa kecepatan 8 *knot* dapat diasumsikan dengan kecepatan pada saat gelombang yang tinggi, angin yang kencang dan kondisi *existing* lainnya, yang dimana waktu yang di perlukan Kantor Distrik Navigasi adalah 14 hari kemudian kecepatan 8 *knot* setelah dilakukan *running* menggunakan pemrograman LINGO mendapatkan waktu selama 11 hari 9 jam. Maka, selisih waktu sebelum dan setelah optimasi menunjukkan adanya penghematan waktu selama 2 hari 15 jam, yang setara dengan 63 jam. Optimasi ini dicapai dengan mengatur urutan kunjungan secara strategis untuk meminimalkan jarak tempuh, menghindari perjalanan yang tidak efisien, dan mempertimbangkan kendala waktu di setiap lokasi tujuan, seperti waktu masuk dan keluar pulau. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun kecepatan kapal terbatas pada 8 *knot*, yang mencerminkan kondisi cuaca buruk seperti gelombang tinggi dan angin yang kencang, algoritma LINGO mampu menghasilkan rute perjalanan yang jauh lebih efisien. Dengan waktu distribusi yang berkurang, dalam hal ini proses logistik dapat diselesaikan lebih cepat, sehingga waktu operasional dapat dimanfaatkan untuk kegiatan lain yang lebih produktif.

Adapun saran yang diberikan dalam penelitian ini penelitian ini hanya berfokus pada tujuan meminimasi waktu dengan mempertimbangkan kendala waktu tiba di setiap lokasi. Faktor-faktor yang tidak dipertimbangkan dalam penelitian ini seperti biaya, emisi bahan bakar, kapasitas kapal, dan kecepatan yang dinamis, diharapkan dapat menjadi fokus penelitian ke depan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Mohammad Thezar Afifudin, ST., MT., MQM yang telah membantu penulis dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Furhud, M.A. and Hussain, Z., 2020. Genetic Algorithms for the Multiple Travelling Salesman Problem. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, [online] 11(7).
- Cheikhrouhou, O. and Khoufi, I., 2021. A comprehensive survey on the Multiple Traveling Salesman Problem: Applications, approaches and taxonomy. *Computer Science Review*, 40, p.100369.
- Licker, M. D. (2003) *Dictionary of scientific and technical terms*, The McGraw-Hill Companies, Inc. doi: 10.1093/nq/s6-X.247.228
- Sembiring, A. C. (2008). Penentuan rute distribusi produk yang optimal dengan menggunakan algoritma heuristik pada pt. coca-cola bottling indonesia medan.
- Sumarsa, A., & Widyastiti, M. (2023). Penerapan Traveling Salesman Problem with Time Windows dalam Pendistribusian Produk. November 2022, pp. 1–6.
- Suparjo. (2017). Metode Saving Matrix sebagai Alternatif Efisiensi Biaya Distribusi (Studi Empirik pada Perusahaan Angkutan Kayu Gelondongan di Jawa Tengah). *MEDIA EKONOMI DAN MANAJEMEN*, 32(2), pp. 137–153.