

PENENTUAN RUTE PATROLI SEKURITI OPTIMAL DENGAN MENGUNAKAN METODE NEAREST NEIGHBOUR DAN INSERTION (STUDI KASUS: SOUTH PROCESSING UNIT PT. X)

DETERMINING OPTIMAL SECURITY PATROLE ROUTE USING
NEAREST NEIGHBOR AND INSERTION METHOD
(CASE STUDY: SOUTH PROCESSING UNIT PT. X)

Fuaddillah, Dutho Suh Utomo, Lina Dianati Fathimahhayati*

*Email: linadianatif@gmail.com

Program Studi Teknik Industri, Universitas Mulawarman

Abstrak— South Processing Unit (SPU) merupakan salah satu lapangan migas di PT. X dengan estimasi harian produksi gas sekitar 450 gas (MMscf/d) dan 5000 kondensat (BOPD). Gas dan kondensat yang terpisah dari masing-masing sumur produksi akan dikumpulkan ke dalam satu stasiun pengumpul, *Gathering and Testing Satellite (GTS)*. Sebagai objek vital nasional, patroli sekuriti di laut antara GTS yang satu dengan GTS lainnya wajib dilakukan. Proses patroli sekuriti dengan *seatruck* pada kawasan SPU PT. X masih menggunakan intuisi dari supir *seatruck*, dimana rute yang dipilih adalah rute yang dirasa lebih dekat, lebih nyaman dilalui, dan lebih familiar sehingga menghasilkan total jarak tempuh yang lebih jauh. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan dan membandingkan metode intuitif yang dilakukan oleh supir *seatruck* dengan metode *nearest neighbour* dan metode *insertion* dalam permasalahan penentuan rute patroli sekuriti yang optimal di PT. X pada lokasi SPU. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total jarak tempuh dengan menggunakan metode intuitif yang telah diterapkan oleh supir *seatruck* adalah 72,76 km. Sedangkan, total jarak tempuh yang didapatkan dari menggunakan metode *nearest neighbour* yaitu 67,67 km dengan persentase penghematan jarak sebesar 6,9%. Dengan metode *insertion*, didapatkan total jarak tempuh sebesar 61,40 km, dengan persentase penghematan jarak sebesar 15,6% dibandingkan dengan metode intuitif supir *seatruck*.

Kata kunci— *Insertion, nearest neighbour, rute patroli sekuriti*

Abstract—South Processing Unit (SPU) is one of the oil and gas fields of PT. X with an estimated daily production is 450 gas (MMscf/d) and 5000 condensate (BOPD). Gas and condensate which are separated form each production wells will be collected into a collecting station, *Gathering and Testing Satellite (GTS)*. As a vital object, conducting security patrols in the sea between GTS must be done. Security patrol with *seatruck* at SPU in PT. X still using intuition of the driver. These problems are classified into Travelling Salesman Problem (TSP), which TSP is a problem in finding a route that can be passed by the shortest multiple locations without visiting the same location. Nearest Neighbour and Insertion is a method that can be used to solve TSP. This study aims to implement and compare the intuitive method with the the nearest neighbour and insertion method to detemnine of optimal security patrol route in SPU. The result showed that the total mileage using the intuitive method is 72.76 km. Meanwhile, total mileage obtained using the nearest neighbour method is 67.67 km with a percentage 6.7% saving. With the insertion method, total distance is 61.4 km with a percentage 15.6 % saving.

Keywords— *Insertion, nearest neighbour, security patrol route*

I. PENDAHULUAN

PT. X merupakan salah satu industri yang bergerak dalam bidang eksplorasi maupun eksploitasi sumber daya energi khususnya minyak

dan gas. Saat ini, PT. X telah memiliki 8 lapangan kerja, seperti Bekapai, Senipah, TRF, *Central Processing Area (CPA)*, *Central Processing Unit (CPU)*, *North Processing Unit (NPU)*, *South Processing Unit (SPU)* dan Sisi Nubi.

Pada SPU terdapat 21 wilayah kerja, yang terbagi menjadi 14 wilayah kerja bagian utara dan 7 wilayah kerja bagian selatan. Wilayah kerja itu biasa disebut dengan *Gathering Testing Satellite* (GTS). Fungsi dari GTS adalah sebagai tempat pengumpul aliran gas dari beberapa sumur produksi yang kemudian disalurkan ke area proses produksi untuk tahapan selanjutnya. Pada GTS terdapat berbagai peralatan yang digunakan untuk menyalurkan hasil produksi dan tempat melakukan pengetesan terhadap performa sumur migas. GTS memiliki peranan yang penting, sehingga GTS selalu dimonitor oleh departemen produksi dan dilakukan perawatan berkala oleh departemen *maintenance*. Selain itu, selalu dilakukan penjagaan berkala oleh departemen keamanan atau yang biasa dikenal dengan sebutan sekuriti.

Penjagaan secara berkala oleh sekuriti sangat penting terutama dalam mengamankan dan melindungi aset serta lingkungan perusahaan dari setiap gangguan keamanan, ketertiban serta pelanggaran hukum dari luar maupun dari dalam, seperti pencurian, penodongan dan penyerobotan. Hal ini didukung dengan beberapa kejadian yang terjadi di akhir tahun 2015 tercatat bahwa terdapat 10 kasus pencurian yang terjadi di lapangan SPU dan keseluruhan kejadian terjadi di area GTS yang terletak di bagian selatan. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka departemen keamanan atau sekuriti mengambil sebuah kebijakan dengan diadakannya patroli berkala pada area GTS terutama GTS yang berada di bagian selatan (SPU).

Pelaksanaan kebijakan patroli GTS ternyata menghadapi beberapa masalah seperti waktu patroli yang lama. Hal ini disebabkan adanya kecenderungan rute perjalanan yang tidak teratur karena selama ini jalur perjalanan berdasarkan atas kebiasaan dan intuisi dari pengemudi, yang pada akhirnya berdampak terhadap keterlambatan penggantian jam kerja sekuriti. Selain itu juga sering terjadi kelelahan pada pengemudi akibat dari lamanya berlayar, serta *seatruck* yang mudah rusak karena perjalanan yang jauh bahkan meningkatnya konsumsi bahan bakar juga menjadi permasalahan yang sering terjadi.

Berdasarkan kondisi dan permasalahan tersebut maka perlu dilakukan penelitian mengenai penentuan rute minimum atau jarak rute terpendek untuk patroli *seatruck*. Metode *nearest neighbour* dan *insertion* merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan ini. Metode *nearest neighbours* dan *insertion* digunakan pada penelitian ini dikarenakan metode

ini merupakan metode sederhana yang memiliki karakteristik pembentukan rute distribusi sesuai dengan keadaan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Traveling Salesman Problem (TSP) merupakan persoalan yang mempunyai konsep sederhana dan mudah dipahami [1]. Optimasi pada suatu penyelesaian fungsi berarti penentuan jarak lokasi minimum atau maksimum dari fungsi tersebut. Pada TSP, optimasi diinginkan agar ditemukan rute perjalanan terpendek untuk melewati sejumlah kota dengan jalur tertentu sehingga setiap kota hanya terlewati satu kali dan perjalanan diakhiri dengan kembali ke kota semula. TSP dinyatakan sebagai permasalahan dalam mencari jarak minimal sebuah *tour* tertutup terhadap sejumlah kota dimana kota-kota yang ada hanya dikunjungi sekali dengan kota awal yang juga merupakan tujuan akhir [2]. Terdapat dua metode yang dapat digunakan menentukan rute dengan jarak terpendek yaitu metode *nearest insert* dan *nearest neighbour* [3].

Terdapat beberapa penelitian yang pernah dilakukan mengenai penentuan jarak terpendek. Penelitian pertama mengenai minimasi biaya distribusi tempo dengan menggunakan metode *Travelling Salesman Problem* (TSP) [4]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keuntungan yang diperoleh menggunakan metode ini lebih besar dibandingkan dengan keuntungan dengan metode yang sudah ada. Selain itu terdapat penghematan waktu dan jarak tempuh. Selanjutnya penelitian tentang penentuan jalur evakuasi terpendek untuk daerah rawan gempa dan tsunami [5]. Pada penelitian tersebut digunakan metode *nearest neighbour* dan didapatkan hasil jarak tempuh terpendek sejauh 9,04 km. Merujuk dari hasil penelitian sebelumnya yang memperoleh hasil yang optimal, maka dalam penelitian ini kembali menggunakan metode TSP khususnya metode *nearest neighbour* dan *insertion* dalam menyelesaikan masalah yang ada.

Metode *nearest* merupakan metode paling sederhana untuk menyelesaikan masalah *Traveling Salesman Problem* (TSP), pilihlah salah satu node yang mewakili suatu tempat atau lokasi awal. Pada metode *nearest neighbour*, pemilihan lintasan akan dimulai pada lintasan yang memiliki nilai jarak paling minimum setiap melalui daerah, kemudian akan memilih daerah selanjutnya yang belum dikunjungi dan memiliki nilai minimum pula [5].

Secara umum langkah-langkah dari metode ini adalah sebagai berikut.

- 1) Langkah 0 : inialisasi.
- 2) Tentukan $N = \{1,2,3,\dots,n\}$ sebagai jumlah kota atau lokasi yang akan dikunjungi.
- 3) Tentukan satu kota sembarang sebagai titik awal perjalanan (i^0), dan V adalah sejumlah kota lain yang masih harus dikunjungi, serta S adalah urutan rute perjalanan saat ini, pada langkah 1, $S=(i^0)$, karena belum ada kota lain yang dikunjungi.
- 4) Langkah 1 : pilih kota yang selanjutnya akan dikunjungi
- 5) Jika i^l adalah kota yang berada di urutan terakhir dari rute S , maka temukan kota berikutnya (J^*) yang memiliki jarak paling minimal dengan i^l , dimana J^* merupakan anggota V . Apabila terdapat banyak pilihan optimal maka pilih secara acak.
- 6) Langkah 2 : tambahkan pada urutan rute berikutnya.
- 7) Tambahkankota J^* di urutan akhir dari rute sementara dan keluarkan yang terpilih tersebut dari daftar kota yang belum dikunjungi.
- 8) Langkah 3 : jika semua kota yang harus dikunjungi telah dimasukkan ke dalam rute atau $V=0$, maka tidak ada lagi kota yang tertinggal. Selanjutnya, tutup rute dengan menambahkan kota inialisasi itu i^0 diakhir rute. Dengan kata lain, rute ditutup dengan kembali lagi ke kota asal .jika sebaliknya, kembali lakukan 1 lagi.

Sedangkan metode *insertion* merupakan metode untuk menentukan jarak optimum dari sebuah jalur distribusi dengan tujuan mempersingkat jarak pendistribusian dengan cara menyisipkan rute dalam *subtour* jalur distribusi. Terdapat langkah-langkah dalam pengurutan rute dengan metode *insertion* [6] sebagai berikut.

- 1) Penelusuran dimulai dari sebuah kota pertama yang dihubungkan dengan kota terakhir.
- 2) Dibuat sebuah *subtour* antara 2 kota tersebut, maksudnya adalah perjalanan dari kotapertamadan berakhir di kota pertama misal (1, 3) menuju (3, 2) menuju (2, 1).
- 3) Ganti salah satu arah hubungan (*arc*) dari dua kota dengan kombinasi dua *arc* yaitu *arc*(i,j) dengan *arc* (i,k), dan *arc*(k,j) dengan k diambil dari jarak yang belum masuk *subtour* dan dengan tambahan nilai terkecil, sehingga jarak diperoleh melalui persamaan (1).

$$J_{ik} + J_{kj} - J_{ij} \quad (1)$$

Keterangan:

J_{ik} = jarak kota awal dengan kota yang akan dituju.

J_{kj} = jarak kota yang dituju dengan kota sebelumnya.

J_{ij} = jarak kota awal dengan kota sesudahnya.

Ulangi langkah 3 sampai seluruh kota masuk dalam *subtour*.

III. METODE

Objek yang diteliti adalah rute perjalanan *seatruck long* Pelban sebagai alat transportasi yang digunakan sekuriti untuk patroli GTS. Penelitian ini dilakukan kurang lebih selama 3 bulan terhitung sejak bulan Januari sampai dengan bulan Maret 2015. Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan pengerjaan, yaitu tahap persiapan, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data, tahap analisis dan tahap penutup. Tahap persiapan merupakan tahapan awal yang pertama kali dilakukan di dalam penelitian ini. Tahapan persiapan yang pertama yaitu studi pendahuluan, yaitu melihat kondisi sekitar tempat penelitian, selanjutnya adalah mengidentifikasi masalah yang akan dijadikan sebagai bahan literatur dalam penelitian serta masalah apa yang sedang terjadi pada PT. X khususnya pada lokasi SPU. Kemudian dilanjutkan tahap pengumpulan data dilakukan berdasarkan data primer dan sekundernya.

1. Data primer adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan dari pengamatan dan penelitian secara langsung terhadap objek penelitian di lapangan yaitu kondisi aktual dari perusahaan. Adapun data yang diperlukan adalah jarak dari *jetty* SPU ke GTS serta jarak antar GTS satu ke GTS lainnya. Pengukuran jarak dari *jetty* SPU ke GTS serta jarak antar GTS diperoleh dari pengukuran dengan menggunakan peta wilayah yang terdapat pada GISWEB Mahakam dan juga wawancara dengan pengemudi *seatruck* dan sekuriti patroli.
2. Data sekunder merupakan data yang diperoleh oleh penulis dari literatur-literatur dan referensi yang berhubungan dengan masalah yang dibahas, dan juga data yang diperoleh dari perusahaan, yaitu gambaran umum dan sejarah perusahaan, serta data rute patroli sekuriti menggunakan *seatruck*.

Pertama, dilakukan pengumpulan data letak lokasi awal yaitu *jetty* SPU sebagai titik awal *seatruck* dan titik akhir *seatruck* berpatroli maupun letak dari GTS yang akan menjadi tujuan patroli oleh sekuriti, berdasarkan koordinat garis bujur timur (BT) dan garis lintang selatan (LS). Data-data rute patroli sekuriti yang akan dilalui sebagai titik patroli didapat melalui *marine dispatcher* SPU, departemen yang memiliki tanggung jawab untuk mengatur seluruh

kegiatan yang berhubungan dengan transportasi air yang berada di kawasan SPU. Lokasi GTS tersebut ditetapkan sebagai titik-titik yang akan diukur jarak tempuhnya dari lokasi awal yaitu jetty SPU ke seluruh lokasi GTS dan antar lokasi GTS yang satu ke lokasi GTS lainnya. Setelah diketahui lokasi awal yaitu jetty SPU dan lokasi dari tiap GTS yang menjadi tujuan patroli berdasarkan garis khayal bumi, selanjutnya data koordinat garis khayal bumi tersebut dikonversikan ke dalam koordinat-X maupun koordinat-Y. Kemudian dilakukan pengukuran jarak tempuh dilakukan dengan menggunakan aplikasi Gisweb Mahakam.

Setelah data terkumpul, dengan cara membuat matriks jarak dari akomodasi SPU dan jarak antar GTS untuk mempermudah menentukan rute yang optimal atau untuk menentukan rute patroli yang optimal dengan total jarak tempuh yang terpendek dengan metode *nearest neighbour* dan *insertion*. Kemudian, rute optimal yang sudah didapat, dibandingkan dengan rute awal untuk melihat apakah terdapat peningkatan efektivitas dan efisiensi dari rute patroli tersebut.

Terakhir, tahapan penutup yang merupakan tahapan akhir dari penelitian, berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan juga saran-saran yang akan diberikan kepada pihak perusahaan yang harapannya dapat membuat perusahaan dapat membuat rute patroli sekuriti menjadi lebih optimal, sehingga secara tidak langsung membantu perusahaan dalam menghemat bahan bakar.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Lokasi GTS

Data-data rute patroli sekuriti yang akan dilalui sebagai titik patroli didapat melalui *marine dispatcher* SPU, departemen yang memiliki tanggung jawab untuk mengatur seluruh kegiatan yang berhubungan dengan transportasi air yang berada di kawasan SPU. Lokasi GTS tersebut ditetapkan sebagai titik-titik yang akan diukur jarak tempuhnya dari lokasi awal yaitu jetty SPU ke seluruh lokasi GTS dan antar lokasi GTS yang satu ke lokasi GTS lainnya.

Selain data jarak, dilakukan pula pengumpulan data letak lokasi awal yaitu jetty SPU sebagai titik awal *seatruck* dan titik akhir *seatruck* berpatrioli maupun letak dari GTS yang akan menjadi tujuan patroli oleh sekuriti, berdasarkan koordinat garis bujur timur (BT) dan garis lintang selatan (LS). Data-data tersebut dapat dilihat pada Tabel-1.

Setelah diketahui lokasi awal yaitu jetty SPU dan lokasi dari tiap GTS yang menjadi tujuan patroli berdasarkan garis khayal bumi, selanjutnya data koordinat garis khayal bumi tersebut dikonversikan ke dalam koordinat-X maupun koordinat-Y, dengan lokasi jetty SPU yaitu $117^{\circ} 33,40'$ BT dan $0^{\circ} 46,59'$ LS sebagai titik pusat (0,0).

Tabel-1. Data Lokasi Patroli Sekuriti Berdasarkan Koordinat BT dan LS.

No.	Lokasi	Koordinat-BT	Koordinat-LS
1.	SPU (<i>jetty</i> SPU)	$117^{\circ} 30,07'$	$0^{\circ} 41,38'$
2.	GTS-AC (<i>Alfa Carlie</i>)	$117^{\circ} 29,58'$	$0^{\circ} 44,25'$
3.	GTS-G (<i>Golf</i>)	$117^{\circ} 33,40'$	$0^{\circ} 46,59'$
4.	GTS-Gx (<i>Golf Extension</i>)	$117^{\circ} 33,06'$	$0^{\circ} 47,04'$
5.	GTS-R (<i>Romeo</i>)	$117^{\circ} 29,12'$	$0^{\circ} 45,29'$
6.	GTS-T (<i>Tanggo</i>)	$117^{\circ} 29,34'$	$0^{\circ} 49,17'$
7.	GTS-S (<i>Sierra</i>)	$117^{\circ} 31,28'$	$0^{\circ} 49,59'$
8.	GTS-AA (<i>Alfa Alfa</i>)	$117^{\circ} 28,03'$	$0^{\circ} 52,17'$

Perhitungan untuk menentukan koordinat-X sebagai berikut.

1. Pengukuran koordinat-X GTS AC yaitu:

$$\begin{aligned} X_1 &= BT_2 - BT_1 \\ &= 117^{\circ} 29,58' - 117^{\circ} 30,07' \\ &= -0^{\circ} 0,49' \end{aligned}$$

2. Pengukuran koordinat-X GTS G yaitu:

$$\begin{aligned} X_2 &= BT_3 - BT_1 \\ &= 117^{\circ} 33,40' - 117^{\circ} 30,07' \\ &= 0^{\circ} 3,33' \end{aligned}$$

3. Pengukuran koordinat-X GTS Gx yaitu:

$$\begin{aligned} X_3 &= BT_4 - BT_1 \\ &= 117^{\circ} 33,06' - 117^{\circ} 30,07' \\ &= 0^{\circ} 2,99' \end{aligned}$$

4. Pengukuran koordinat-X GTS R yaitu:

$$\begin{aligned} X_4 &= BT_5 - BT_1 \\ &= 117^{\circ} 29,12' - 117^{\circ} 30,07' \\ &= -0^{\circ} 0,95' \end{aligned}$$

5. Pengukuran koordinat-X GTS T yaitu:

$$\begin{aligned} X_5 &= BT_6 - BT_1 \\ &= 117^{\circ} 29,34' - 117^{\circ} 30,07' \\ &= -0^{\circ} 0,73' \end{aligned}$$

6. Pengukuran koordinat-X GTS S yaitu:

$$\begin{aligned} X_6 &= BT_7 - BT_1 \\ &= 117^{\circ} 31,28' - 117^{\circ} 30,07' \\ &= 0^{\circ} 1,21' \end{aligned}$$

7. Pengukuran koordinat-X GTS AA yaitu:

$$X_7 = BT_8 - BT_1$$

$$= 117^{\circ} 28,03' - 117^{\circ} 30,07'$$

$$= -0^{\circ} 2,04'$$

Setelah mendapatkan koordinat-X masing-masing GTS, kemudian menentukan koordinat-Y sebagai berikut.

1. Pengukuran koordinat-Y GTS AC yaitu:

$$Y_1 = LS_1 - LS_2$$

$$= 0^{\circ} 41,38' - 0^{\circ} 44,25'$$

$$= -0^{\circ} 2,87'$$

2. Pengukuran koordinat-Y GTS G yaitu:

$$Y_2 = LS_1 - LS_3$$

$$= 0^{\circ} 41,38' - 0^{\circ} 46,59'$$

$$= -0^{\circ} 5,21'$$

3. Pengukuran koordinat-Y GTS Gx yaitu:

$$Y_3 = LS_1 - LS_4$$

$$= 0^{\circ} 41,38' - 0^{\circ} 47,04'$$

$$= -0^{\circ} 5,66'$$

4. Pengukuran koordinat-Y GTS R yaitu:

$$Y_4 = LS_1 - LS_5$$

$$= 0^{\circ} 41,38' - 0^{\circ} 46,29'$$

$$= -0^{\circ} 4,91'$$

5. Pengukuran koordinat-Y GTS T yaitu:

$$Y_5 = LS_1 - LS_6$$

$$= 0^{\circ} 41,38' - 0^{\circ} 49,17'$$

$$= -0^{\circ} 7,79'$$

6. Pengukuran koordinat-Y GTS S yaitu:

$$Y_6 = LS_1 - LS_7$$

$$= 0^{\circ} 41,38' - 0^{\circ} 49,59'$$

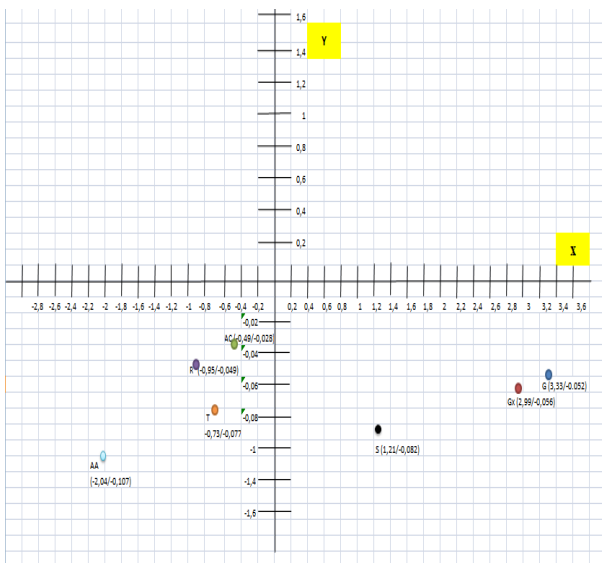
$$= -0^{\circ} 8,21'$$

7. Pengukuran koordinat-Y GTS AA yaitu:

$$Y_7 = LS_1 - LS_8$$

$$= 0^{\circ} 41,38' - 0^{\circ} 52,17'$$

$$= -0^{\circ} 10,79'$$



Gambar-1. Diagram Kartesius Lokasi GTS.

B. Data Hasil Perhitungan Jarak Dari Lokasi Awal Patroli ke GTS-GTS

Pengukuran jarak tempuh dilakukan dengan menggunakan aplikasi Gisweb Mahakam. Jarak antara lokasi awal yaitu *jetty* SPU ke setiap GTS lainnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel-2. Data Jarak Dari *Jetty* SPU Ke GTS-GTS.

No.	Dari	Ke	Jarak (km)
1.	<i>Jetty</i> SPU	GTS - AC	8,40
2.	<i>Jetty</i> SPU	GTS - G	13,2
3.	<i>Jetty</i> SPU	GTS - Gx	12,75
4.	<i>Jetty</i> SPU	GTS - R	10,70
5.	<i>Jetty</i> SPU	GTS - T	14,54
6.	<i>Jetty</i> SPU	GTS - S	15,60
7.	<i>Jetty</i> SPU	GTS - AA	18,10

C. Data Jarak Antar GTS

Terdapat 7 GTS yang akan dilalui sekuriti saat berpatroli. Setiap GTS memiliki jarak yang berbeda antara satu dengan lainnya. Pengukuran jarak dilakukan kepada setiap GTS dari GTS awal ke setiap GTS lainnya untuk mengetahui jarak tempuh yang dilalui untuk masing-masing rute. Dari hasil jarak-jarak yang telah diukur, maka dibuat matriks-matriks jarak antar GTS ke GTS lainnya seperti disajikan pada Tabel-3.

D. Rute Patroli Awal

Rute awal patroli yang biasa dilalui oleh supir *sea truck* Long Pelban berawal dari *jetty* SPU dimana titik awal sekuriti akan melakukan tugas patroli. GTS-R adalah GTS pertama yang akan dilalui pada saat berpatroli, setelah GTS-R kemudian menuju ke GTS-AC, kemudian GTS-Gx dan lanjut ke GTS-G setelah itu GTS-T dan GTS-S kemudian patroli menuju GTS-AA dan terakhir kembali ke *jetty* SPU. Total jarak yang ditempuh adalah sebagai berikut.

$$Jetty\ SPU + GTS-R + GTS-AC + GTS-Gx + GTS-G + GTS-T + GTS-S + GTS-AA + Jetty\ SPU$$

$$= 10,7\ km + 8,50\ km + 10,1\ km + 0,5\ km + 8,61\ km + 5,84\ km + 10,41\ km + 18,10\ km$$

$$= 72,76\ km$$

Tabel-3. Matriks Jarak Antar GTS (dalam satuan km).

	Jetty SPU	AC	G	Gx	R	T	S	AA
Jetty SPU	0	8,4	13,2	12,70	10,70	17,54	15,6	18,1
AC	8,4	0	10,6	10,1	11,5	14,59	12,56	14,6
G	13,2	10,1	0	0,5	12,4	8,61	7,2	13,1
Gx	12,75	10,6	0,5	0	12,9	9,1	7,7	13,6
R	10,7	8,5	12,4	12,9	0	7,2	9,6	10,33
T	12,59	10,59	8,61	9,1	7,2	0	5,84	8,7
S	15,6	11,56	7,25	7,7	9,6	5,84	0	10,41
AA	18,1	14,6	13,1	13,6	10,33	8,7	10,41	0

E. Penentuan Rute dengan Metode Nearest Neighbour

Prinsip kerja metode *nearest neighbour* pada penelitian ini adalah mencari jarak terdekat antara satu lokasi ke lokasi lainnya yang paling terdekat dengan melihat matriks jarak yang telah dibuat

sebelumnya. Rute optimal dengan metode *nearest neighbour* dilakukan dengan melihat jarak terdekat antar lokasi GTS ke GTS lainnya. Adapun cara menentukan alternatif rute yang akan dilalui berdasarkan perhitungan jarak terdekat antar lokasi dapat dilihat pada Tabel-4.

Tabel-4. Perhitungan Jarak dengan Metode Nearest Neighbour.

S	E	D	S	E	D	S	E	D	S	E	D
SPU	AC	8,40	AC	Gx	10,10	Gx	G	0,50	G	S	7,2
	G	13,20		G	10,60		R	12,9		R	12,4
	Gx	12,75		R	11,5		T	9,1		T	8,61
	R	10,7		T	12,59		S	7,70		AA	13,1
	T	17,54		S	11,56		AA	13,6			
	S	15,6		AA	14,60						
	AA	18,1									
S	E	D	S	E	D	S	E	D	S	E	D
S	T	5,84	T	R	7,2	R	AA	10,33	AA	SPU	18,1
	R	9,60		AA	8,7						
	AA	10,41									

= Jarak terdekat

Berdasarkan perhitungan pada Tabel-4 maka, urutan rute adalah sebagai berikut.

Jetty SPU → GTS-AC → GTS-Gx → GTS-G → GTS-S → GTS-T → GTS-R → GTS-AA → Jetty SPU

Sehingga total jarak tempuh = 8,40 km + 10,1 km + 0,5 km + 7,2 km + 5,84 km + 7,20 km + 10,33 km + 18,10 km = 67,67 km.

Jadi, total jarak yang ditempuh dengan perhitungan menggunakan *nearest neighbour* yaitu sejauh 67,67 km.

F. Pengolahan Data Metode Insertion

Langkah pertama dijelaskan pada Tabel-5 yang dilakukan adalah membuat rute awal (T), yang dipilih dari titik awal berangkat patroli yaitu *jetty* SPU menuju GTS terdekat dan kembali lagi menuju titik awal berangkat.

$$SPU - AC - SPU = 8,40 \text{ km} + 8,40 \text{ km} = 16,80 \text{ km}$$

Tabel-5. Jarak dari Jetty SPU ke GTS.

	AC	G	Gx	R	T	S	AA
SPU	8,40	13,2	12,70	10,70	17,54	15,60	18,10

Setelah terpilih T yaitu SPU – AC – SPU, selanjutnya menambahkan GTS yang memiliki jarak paling dekat dengan T seperti ditunjukkan Tabel-6.

Tabel-6. Jarak dari Jetty SPU dan GTS-AC ke GTS lain.

	G	Gx	R	T	S	AA
SPU	13,20	12,70	10,70	17,54	15,60	18,10
AC	10,60	10,1	11,5	14,59	12,56	14,6

GTS yang memiliki jarak paling dekat dengan T adalah GTS-Gx, dan selanjutnya GTS-Gx akan dimasukkan ke dalam T.

$$SPU - AC - SPU$$

$$SPU - AC (\text{insertion Gx}) = 12,7 + 10,1 - 8,40 = 14,4 \text{ km.}$$

$$AC - SPU \text{ (insertion Gx)} = 10,1 + 12,7 - 8,40 \\ = 14,4 \text{ km.}$$

Karena memiliki nilai yang sama, peneliti memilih menggunakan rute SPU – AC – Gx – SPU sebagai T yang memiliki jarak tempuh 31,2 km. Setelah terpilih T yaitu SPU – AC – Gx – SPU, selanjutnya menambahkan GTS yang memiliki jarak paling dekat dengan T.

Tabel-7. Jarak dari Jetty SPU, GTS-AC, dan GTS-Gx ke GTS lain.

	G	R	T	S	AA
SPU	13,2	10,70	17,54	15,60	18,10
AC	10,60	11,50	14,59	12,56	14,60
Gx	0,5	12,90	9,10	7,70	13,60

GTS yang memiliki jarak paling dekat dengan T adalah GTS-G (Tabel-7), dan selanjutnya GTS-G akan dimasukkan ke dalam T.

$$SPU - AC - Gx - SPU \\ SPU - AC \text{ (insertion G)} = 13,20 + 10,60 - 8,40 \\ = 15,40 \text{ km} \\ AC - Gx \text{ (insertion G)} = 10,60 + 0,50 - 10,10 \\ = 1 \text{ km} \\ Gx - SPU \text{ (insertion G)} = 0,5 + 13,20 - 12,7 \\ = 1 \text{ km}$$

Karena memiliki nilai yang sama, peneliti memilih menggunakan rute SPU – AC – Gx – G – SPU sebagai T yang memiliki jarak tempuh 32,2 km. Setelah terpilih T yaitu SPU – AC – Gx – G – SPU, selanjutnya menambahkan GTS yang memiliki jarak paling dekat dengan T.

Tabel-8. Jarak dari Jetty SPU, GTS-AC, GTS-Gx dan GTS-G ke GTS lain.

	R	T	S	AA
SPU	10,70	17,54	15,60	18,10
AC	11,50	14,59	12,56	14,60
Gx	12,90	9,10	7,70	13,60
G	12,40	8,60	7,2	13,1

GTS yang memiliki jarak paling dekat dengan T adalah GTS-S (Tabel-8), dan selanjutnya GTS-S akan dimasukkan ke dalam T.

$$SPU - AC - Gx - G - SPU \\ SPU - AC \text{ (insertion S)} = 15,60 + 12,56 - 8,40 \\ = 18,76 \text{ km} \\ AC - Gx \text{ (insertion S)} = 12,56 + 7,70 - 10,10 \\ = 10,16 \text{ km} \\ Gx - G \text{ (insertion S)} = 7,70 + 7,2 - 0,50 \\ = 14,4 \text{ km.}$$

$$G - SPU \text{ (insertion S)} = 7,2 + 15,60 - 13,2 \\ = 9,6 \text{ km.}$$

Karena angka terkecil di G – SPU maka peneliti menggunakan rute SPU – AC – Gx – G – S – SPU sebagai T yang memiliki jarak tempuh 41,80 km. Setelah terpilih T yaitu SPU – AC – G – Gx – S – SPU, selanjutnya menambahkan GTS yang memiliki jarak paling dekat dengan T.

Tabel-9. Jarak dari Jetty SPU, GTS-AC, GTS-Gx, GTS-G, GTS-S ke GTS lain.

	R	T	AA
SPU	10,70	17,54	18,10
AC	11,50	14,59	14,60
Gx	12,90	9,10	13,60
G	12,40	8,60	13,1
S	9,6	5,84	10,41

GTS yang memiliki jarak paling dekat dengan T adalah GTS-R (Tabel-9), dan selanjutnya GTS-R akan dimasukkan ke dalam T.

$$SPU - AC - Gx - G - S - R - SPU \\ SPU - AC \text{ (insertion R)} = 10,70 + 11,50 - 8,40 \\ = 13,8 \text{ km.} \\ AC - Gx \text{ (insertion R)} = 11,50 + 12,90 - 10,10 \\ = 14,30 \text{ km.} \\ Gx - G \text{ (insertion R)} = 12,90 + 12,4 - 0,50 \\ = 24,8 \text{ km.} \\ G - S \text{ (insertion R)} = 12,4 + 9,60 - 7,20 \\ = 14,80 \text{ km.} \\ S - SPU \text{ (insertion R)} = 9,60 + 10,70 - 15,60 \\ = 4,70 \text{ km.}$$

Karena angka yang terkecil pada S – SPU maka rute yang terpilih SPU – AC – Gx – G – S – R – SPU sebagai T yang memiliki jarak tempuh 46,50 km.

Setelah terpilih T yaitu SPU – AC – Gx – G – S – R – SPU, selanjutnya menambahkan GTS yang memiliki jarak paling dekat dengan T.

Tabel-10. Jarak dari Jetty SPU, GTS-AC, GTS-Gx, GTS-G, GTS-S dan GTS-R ke GTS lain.

	T	AA
SPU	17,54	18,10
AC	14,59	14,60
GX	9,10	13,60
G	8,60	13,1
S	5,84	10,41
R	7,2	10,33

GTS yang memiliki jarak paling dekat dengan T adalah GTS-T (Tabel-10), dan selanjutnya T akan dimasukkan ke dalam T.

$$\begin{aligned} \text{SPU} - \text{AC} - \text{Gx} - \text{G} - \text{S} - \text{R} - \text{T} - \text{SPU} \\ \text{SPU} - \text{AC} (\text{insertion T}) &= 17,54 + 18,10 - 8,40 \\ &= 27,24 \text{ km.} \\ \text{AC} - \text{Gx} (\text{insertion T}) &= 14,59 + 9,10 - 12,70 \\ &= 10,99 \text{ km.} \\ \text{Gx} - \text{G} (\text{insertion T}) &= 9,10 + 8,60 - 0,50 \\ &= 17,20 \text{ km.} \\ \text{G} - \text{S} (\text{insertion T}) &= 8,60 + 5,84 - 7,20 \\ &= 7,24 \text{ km.} \\ \text{S} - \text{R} (\text{insertion T}) &= 5,84 + 7,20 - 9,60 \\ &= 3,44 \text{ km.} \\ \text{R} - \text{SPU} (\text{insertion T}) &= 7,20 + 17,54 - 10,70 \\ &= 14,04 \text{ km.} \end{aligned}$$

Karena *insertion* T pada S – R memiliki nilai yang terkecil, maka terpilih rute SPU – AC – Gx – G – S – T – R – SPU sebagai T yang memiliki jarak tempuh 49,94 km.

Setelah terpilih T yaitu SPU – AC – Gx – G – S – T – R – SPU, selanjutnya menambahkan GTS yang memiliki jarak paling dekat dengan T.

Tabel-11. Jarak dari *Jetty* SPU, GTS-AC, GTS-Gx, GTS-G, GTS-S, GTS-R, dan GTS-T ke GTS lain.

	AA
SPU	18,10
AC	14,60
GX	13,60
G	13,10
S	10,41
R	10,33
T	8,70

GTS yang memiliki jarak paling dekat dengan T adalah GTS-AA (Tabel-11), dan selanjutnya GTS-AA akan dimasukkan ke dalam T.

$$\begin{aligned} \text{SPU} - \text{AC} - \text{Gx} - \text{G} - \text{S} - \text{T} - \text{R} - \text{AA} - \text{SPU} \\ \text{SPU} - \text{AC} (\text{insertionAA}) &= 18,10 + 14,60 - 8,40 \\ &= 2,43 \text{ km.} \\ \text{AC} - \text{Gx} (\text{insertionAA}) &= 14,60 + 13,60 - 10,10 \\ &= 18,10 \text{ km.} \\ \text{Gx} - \text{G} (\text{insertionAA}) &= 13,60 + 13,1 - 0,5 \\ &= 26,2 \text{ km.} \\ \text{G} - \text{S} (\text{insertionAA}) &= 13,1 + 10,41 - 7,20 \\ &= 16,31 \text{ km.} \\ \text{S} - \text{T} (\text{insertionAA}) &= 10,41 + 8,70 - 5,84 \\ &= 13,27 \text{ km.} \\ \text{T} - \text{R} (\text{insertion AA}) &= 8,70 + 10,33 - 7,20 \\ &= 11,83 \text{ km.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{R} - \text{SPU} (\text{insertion AA}) &= 10,33 + 18,10 - 10,33 \\ &= 18,10 \text{ km.} \end{aligned}$$

Karena *insertion* AA pada S – T memiliki nilai yang terkecil, maka terpilih rute SPU – AC – Gx – G – S – T – AA – R – SPU sebagai T yang memiliki jarak tempuh 61,40 km.

Berdasarkan hasil pengolahan mengenai data jarak tempuh patroli sekuriti dari *jetty* SPU ke masing masing GTS dengan menggunakan metode *nearest neighbour* dan *insertion* kemudian dibandingkan antara dua metode tersebut dengan metode intuitif yang dilakukan oleh pengemudi pada saat melakukan proses patroli.

Dari hasil perhitungan total jarak tempuh dengan metode *nearest neighbour*, didapat rute terpendek dengan total jarak tempuh sebesar 67,67 km. Persentase penghematan total jarak tempuh jika dibandingkan dengan metode intuitif (metode awal) adalah 6,9%. Sedangkan jarak tempuh dengan menggunakan metode *insertion* adalah 61,40 km, sehingga persentase penghematan total jarak tempuh jika dibandingkan dengan metode intuitif (metode awal) adalah 15,6%.

Hasil perhitungan total jarak tempuh patroli sekuriti dengan metode *nearest neighbour* dan *insertion* lebih kecil dibandingkan dengan rute awal yang dilalui oleh pengemudi *sea truck*, maka waktu patroli sekuriti akan lebih cepat untuk mencapai tujuan karena total jarak tempuh berbanding lurus dengan waktu tempuh.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa penerapan metode *nearest neighbour* yang telah dilakukan didapatkan jalur optimal yaitu, *Jetty South Processing Unit* (SPU) – GTS Alfa Carlie (AC) – GTS Golf Extension (Gx) – GTS Golf (G) – GTS Sierra (S) – GTS Tango (T) – GTS Romeo (R) – GTS Alfa Alfa (AA) – *Jetty* SPU dengan total jarak tempuh 72,76 km.

Sedangkan dengan menggunakan metode *insertion* didapatkan jalur optimal yaitu, *Jetty South Processing Unit* (SPU) – GTS Alfa Carlie (AC) – GTS Golf Extension (Gx) – GTS Golf (G) – GTS Sierra (S) – GTS Tango (T) – GTS Alfa Alfa (AA) – GTS Romeo (R) – *Jetty* SPU dengan total jarak tempuh 67,67 km.

Metode yang paling baik dalam menyelesaikan permasalahan rute patroli sekuriti pada lokasi SPU adalah metode *insertion*, terlihat dari hasil persentasi penghematan total jarak tempuh terjadi penghematan jarak sekitar 15,6%, sedangkan dengan menggunakan metode *nearest neighbour* adalah sebesar 6,9%, Hal ini menunjukkan bahwa metode *insertion* lebih optimum karena mampu menghemat jarak dan dapat diaplikasikan di lapangan SPU.

B. Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian adalah agar PT. X dapat mempertimbangkan untuk menerapkan rute optimal dengan metode *insertion* seperti yang telah dilakukan oleh peneliti dalam pelaksanaan patroli sekuriti di lokasi SPU agar dapat mempersingkat jarak tempuh patroli dan meningkatkan produktifitas pekerjaan.

Selain itu, untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan perhitungan rute optimal dengan menggunakan metode yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Puspitorini S. Penyelesaian Masalah Travelling Salesman Problem dengan Jaringan Saraf Self Organizing. *Jurnal Teknik Informatika*. 2008; 6(1) : 39-55.
- [2] Leksono. *Algoritma Ant Colony Optimization untuk menyelesaikan Travelling Sales Problem*. Skripsi. Semarang: Fakultas MIPA Universitas Diponegoro. 2013.
- [3] Nyoman. *Supply Chain Management*. Edisi Pertama. Surabaya : Penerbit Guna Widya. 2005.
- [4] Utomo HT, Pulungan MH, Santoso EFSM. Minimasi Biaya Distribusi Tempe dengan Menggunakan Metode Travelling Salesman Problem (TSP) Studi Analisa Usaha Kecil Hikma Sanan – Malang. *Jurnal Teknik Industri Pertanian*. 2004; 5(2).
- [5] Madona E, Irmansyah M. Aplikasi Metode *Nearest Neighbour* pada Penentuan Jalur Evakuasi Terpendek untuk Daerah Rawan Gempa dan Tsunami. *Jurnal Elektron*. 2010; 5(2): 45-52.
- [6] Kusrini, Istiyanto JE. Penyelesaian Travelling Salesman Problem Dengan Metode Alogaritma *Cheapest Insertion Heuristic* dan Basis Data. *Jurnal Informatika*. 2007; 8(2): 109-114.

