

Optimasi Pengiriman Sapi Potong pada Jaringan Pelayaran Kapal Khusus Ternak dengan Algoritma Genetika

Christine Natalia*, Ghea Ghoniyyah Setiadi, Agustinus Silalahi

Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya Jakarta
Jalan Raya Cisauk-Lapan No. 10, Sampora, Cisauk, Tangerang, Banten 15345

Article Info

Article history:

Received
6 September 2019

Accepted
9 October 2019

Keywords:

Optimisation
Network
Livestock carrier
Genetics algorithm

Abstract

The government livestock carrier cruise program is a dedicated program to improve the supply chain management of livestock and the ultimate goal is self-sufficiency of beef in 2026. This carrier has one fleet with the capacity of 500 cows and sails through 8 ports regularly. The island of Nusa Tenggara are the local producers for the livestock carrier cruise which is an area of provincial surplus of beef. For the future the government plans to add more ships to the armada from the current one fleet to six fleets of livestock carrier cruises. The current livestock carrier cruise program has not been optimal in shipping cows to the consumer area. This is caused by the limitation of number of fleet and the existing route that the livestock carrier has to sail through has created some obstacle to maximizing the number of cows to be distributed. This research aims to optimise this carrier cruising route with criteria including having high supplied beef percentage rate and having the most minimum cost. This optimisation problem solved by genetics algorithm method and develop two different scenarios that suggest alternatives for an optimal route. To make things easier, a computerized program with genetics algorithm method for a livestock carrier cruise optimization network are designed. The outcome of this research is a proposed optimised route on scenario 1 with total cost of Rp 443,306,533.26, and total load of 1,374 cows. As for the future to add five ships, the conditions are met by using the results of the second scenario with total cost of Rp 1,321,505,850.62, total load of 3416 cows and the route network for six ships.

1. PENDAHULUAN

Industri peternakan merupakan sektor penting dalam perekonomian nasional. Meningkatnya jumlah penduduk Indonesia serta kesadaran masyarakat Indonesia akan pentingnya mengkonsumsi protein yang bersumber dari hewani mengakibatkan permintaan terhadap kebutuhan pangan yang berasal dari ternak terus meningkat. Saat ini populasi penduduk Indonesia yang berjumlah sekitar 256 juta jiwa memerlukan kesediaan pangan hewani yang memadai untuk dikonsumsi. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, dalam kurun waktu tahun 2009 sampai 2015 terjadi peningkatan konsumsi produk pangan hewani per kapita per tahun. Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa untuk daging sapi mengalami peningkatan konsumsi paling besar yaitu 13,4% dibanding pangan hewani lainnya. Bersamaan dengan adanya peningkatan konsumsi daging sapi, terjadi pula pertumbuhan pada subsektor peternakan sapi potong yang mengalami pertumbuhan rata-rata 2,40% setiap tahunnya.

Permasalahan pokok dalam industri peternakan khususnya daging sapi adalah permintaan produk daging yang terus meningkat dan belum mampu dipenuhi dari produksi domestik. Pemenuhan kebutuhan daging sapi menjadi salah satu prioritas utama yang tercantum dalam Renstra Kementerian Pertanian dan menargetkan swasembada Daging Sapi pada tahun 2026 (Kementan, 2017). Untuk dapat mencapai target tersebut, dibutuhkan pengelolaan *supply chain management* sapi potong yang efisien. *Supply chain management* adalah suatu pendekatan dalam mengintegrasikan berbagai organisasi yang menyelenggarakan pengadaan atau penyaluran barang, yaitu *supplier*, *manufacturer*, *warehouse* dan *stores* sehingga barang-barang tersebut dapat diproduksi dan didistribusikan dalam jumlah yang tepat, lokasi yang tepat, waktu yang tepat dengan biaya seminimal mungkin (Simchi-Levi 2004; Indrajit & Djokopranoto 2002). Tujuan *supply chain management* adalah untuk membangun sebuah rantai pasokan yang terdiri dari para pemasok yang memusatkan perhatian untuk memaksimalkan nilai bagi pelanggan (Heizer dan

*Corresponding author. Christine Natalia
Email address: chrisnatalia@atmajaya.ac.id

Render, 2000). Pujawan (2005) menjabarkan kegiatan-kegiatan utama yang masuk dalam klasifikasi *Supply Chain Management* adalah meliputi : perencanaan dan pengendalian, operasi atau produksi, dan pengiriman atau distribusi. Peningkatan pengelolaan *supply chain management* sapi potong yang efisien dilakukan dengan berfokus pada daerah penghasil ternak unggulan di Indonesia, yakni Kepulauan Nusa Tenggara. Berdasarkan data dari Kementerian Pertanian Republik Indonesia, NTB memiliki rasio ketersediaan sapi potong pada tahun 2015 sebesar 18,66% dan NTT mempunyai rasio ketersediaan sebesar 20,44%. Artinya kedua provinsi ini memiliki surplus untuk ketersediaan sapi potong.

Saat ini, untuk memfasilitasi Kepulauan Nusa Tenggara yang merupakan salah satu daerah *surplus* penghasil sapi potong, pemerintah Indonesia menerapkan pelayaran kapal ternak sebagai jaringan distribusi untuk sapi potong. Jaringan distribusi merupakan bagian integral dari kegiatan *supply chain* secara holistik dan memiliki peran strategis sebagai titik penyalur produk maupun informasi dan juga sebagai wahana untuk menciptakan nilai tambah (Schroeder, 2007). Jaringan transportasi laut sebagai salah satu moda untuk jaringan distribusi yang mempunyai karakteristik mampu mengangkut barang dalam jumlah besar dan jarak jauh antar pulau dan antar negara. Secara tradisional, jaringan distribusi sering dianggap sebagai serangkaian fasilitas fisik seperti gudang dan fasilitas pengangkutan dan operasi masing-masing fasilitas ini cenderung terpisah antara satu dan lainnya. Namun, pada dasarnya kegiatan distribusi tidak hanya berfokus pada aktivitas fisik seperti pengiriman saja, namun juga memikirkan tentang bagaimana melakukan perancangan jaringan distribusi yang optimal, segmentasi titik distribusi, penjadwalan-penentuan rute dan menentukan konsolidasi pengiriman (Pujawan & Mahendrawathi, 2010).

Pemerintah telah memiliki kapal khusus pengangkut ternak sapi yakni KM Camara Nusantara 1 yang diresmikan pada November 2015, sudah beroperasi dan memiliki jadwal pelayaran. Pemerintah berencana untuk menambah 5 kapal ternak lagi. Kapasitas kapal KM Camara Nusantara tersebut mampu mengangkut 500 ekor sapi, dengan waktu pelayaran 2 minggu dalam 1 kali pelayaran (*voyage*). Jaringan trayek untuk kapal ternak ini meliputi pelabuhan muat yaitu Kupang (NTT) – Waingapu (NTT) – Bima (NTB) – Lembar (NTB) dan pelabuhan bongkar Tanjung Perak (Surabaya) – Tanjung Emas (Semarang) – Cirebon (Jawa Barat) dan Tanjung Priok (DKI Jakarta). Dengan program kapal ternak ini, pemerintah sudah lebih baik dalam memperhatikan kesejahteraan hewan jika dibandingkan dengan sistem pengangkutan yang lama dimana sapi dikirim dengan menggunakan

kapal kayu yang tidak dirancang khusus untuk ternak sehingga terjadi penyusutan bobot pada sapi selama perjalanan.

Pelayaran kapal ternak sekarang ini masih belum optimal mengirimkan sapi ke daerah konsumen. Hal ini dikarenakan adanya keterbatasan jumlah armada yang dimiliki pemerintah yang hanya memiliki 1 kapal dengan kapasitas armada hanya mampu memuat 500 ekor sapi. Disamping itu kondisi rute yang tetap yang harus dilalui kapal ternak bisa menjadi penghambat untuk daerah produsen dalam memaksimalkan jumlah sapi yang didistribusikan ke daerah konsumen. Dengan adanya kondisi diatas, maka penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan jaringan pelayaran kapal ternak, yakni memaksimalkan persentase rata-rata sapi terkirim dari Kepulauan Nusa Tenggara dengan minimum total biaya pengeluaran sapi. Selain itu, memperhatikan rencana pemerintah untuk mengembangkan jaringan transportasi laut untuk kapal ternak di masa mendatang, maka penelitian ini juga melakukan optimasi jaringan pelayaran dengan penambahan jumlah kapal ternak sesuai rencana pemerintah.

Permasalahan dalam perencanaan jaringan transportasi laut dapat dikelompokkan dalam permasalahan strategis, taktis, dan operasional. Perencanaan sistem jaringan trayek merupakan salah satu bagian dari perencanaan strategis dalam perencanaan sistem transportasi laut (Andi et al., 2013). Jaringan pelayaran menurut Yang dan Chen (2010) diklasifikasikan menjadi jalur pelayaran melingkar, jalur pelayaran pendulum dan jalur pelayaran *hub – spoke*. Kjelsan (2009) menjelaskan, terdapat beberapa karakteristik yang perlu diperhatikan dalam perancangan jaringan pelayaran, antara lain jumlah titik persimpangan, jenis operasi, jenis permintaan, kendala penjadwalan di pelabuhan, jumlah armada kapal, komposisi armada, kecepatan kapal, kepuasan pengguna jasa.

Optimasi yang dilakukan dalam menyelesaikan masalah distribusi antara lain berupa optimasi rute terpendek, optimasi biaya terendah dan lain sebagainya. Optimasi adalah pencarian nilai-nilai variabel yang dianggap optimal, efektif dan juga efisien untuk mencapai hasil yang diinginkan. (Hannawati et al, 2009). Optimasi jaringan pelayaran kapal ternak yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan pendekatan algoritma genetik. Algoritma genetik adalah algoritma yang berusaha menerapkan pemahaman mengenai evolusi alamiah pada tugas-tugas pemecahan-masalah (*problem solving*). Pendekatan yang diambil oleh algoritma ini adalah dengan menggabungkan secara acak berbagai pilihan solusi terbaik di dalam suatu kumpulan untuk mendapatkan generasi solusi terbaik berikutnya

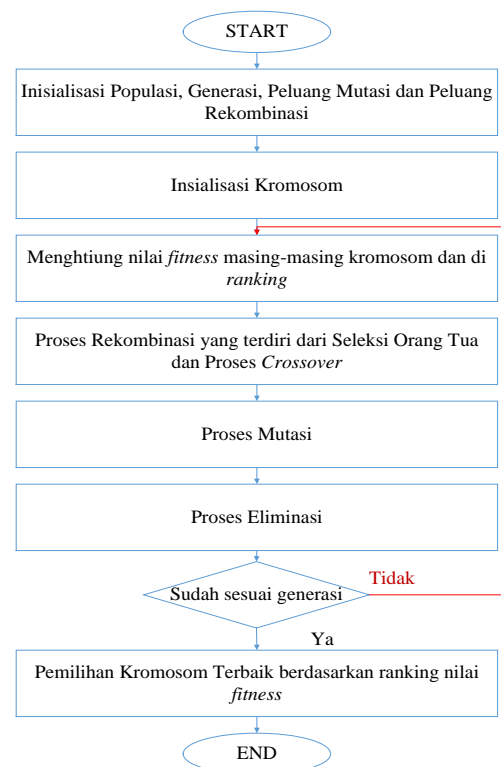
yaitu pada suatu kondisi yang memaksimalkan kecocokannya atau lazim disebut *fitness*. Generasi ini akan merepresentasikan perbaikan-perbaikan pada populasi awalnya. Dengan melakukan proses ini secara berulang, algoritma ini diharapkan dapat mensimulasikan proses evolusioner. Menurut Goldberg (1989), dalam Frans (2014), mekanisme dari penggunaan algoritma genetika berasal dari teori seleksi alam Charles Darwin dimana hanya populasi yang mempunyai nilai *fitness* yang tinggi yang mampu bertahan. Algoritma ini ditemukan melalui sebuah penelitian di Universitas Michigan, Amerika Serikat oleh John Holland pada tahun 1975, dan dipopulerkan oleh salah satu muridnya, David Goldberg (1989). Algoritma genetika telah menunjukkan kelebihanannya untuk menemukan solusi nilai optimum untuk persoalan-persoalan yang kompleks (Hannawati *et al.*, 2009). Algoritma ini berguna untuk masalah yang memerlukan pencarian yang efektif dan efisien, dan dapat digunakan secara meluas untuk aplikasi bisnis, pengetahuan, dan dalam ruang lingkup teknik. Algoritma genetika ini dapat digunakan untuk mendapatkan solusi yang tepat untuk masalah satu atau banyak variabel. Berdasarkan keunggulan algoritma genetika sebagai metode yang paling cocok untuk menyelesaikan masalah optimasi yang memiliki ruang masalah besar dan kompleks seperti yang sudah diterapkan dalam penelitian-penelitian sebelumnya, maka algoritma genetika dipilih untuk menyelesaikan permasalahan optimasi jaringan transportasi kapal ternak dalam penelitian ini. Terdapatnya batasan waktu nyata dalam permasalahan ini juga merupakan salah satu pertimbangan untuk menggunakan algoritma genetika.

Penelitian ini juga merancang program optimasi pelayaran kapal ternak yang berbasis algoritma genetika. Hal ini dilakukan karena pada algoritma genetika, semakin besar ukuran populasi dan generasi maka kemungkinan untuk mendapatkan hasil yang optimal semakin besar. Selain itu, proses di dalam algoritma genetika memiliki tingkat keacakan yang tinggi dan jika pengolahan algoritma genetika ini menggunakan cara yang manual maka akan membutuhkan tingkat ketelitian yang tinggi dan waktu yang sangat lama untuk penyelesaiannya. Skenario pembandingan yang dirancang lebih mudah disimulasikan melalui program optimasi pelayaran kapal ternak yang berbasis algoritma genetika.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi ini adalah dengan menggunakan algoritma genetika, dimana algoritma ini efisien untuk menyelesaikan permasalahan seperti masalah optimasi yang kompleks. Data yang dibutuhkan

berupa gambaran umum sebaran sapi potong dan jumlah populasi sapi di Provinsi Nusa Tenggara Timur dan Nusa Tenggara Barat yang didapat dari Kementerian Pertanian - Direktorat Jendral Peternakan dan Kesehatan Hewan. Selain itu, untuk data pelayaran kapal ternak meliputi spesifikasi KM. Camara Nusantara I, rute pelayarannya saat ini, jarak dan waktu pelayaran antar pelabuhan, tarif per ekor sapi antar pelabuhan, biaya pelayaran dan biaya di lingkungan pelabuhan yang disebut biaya operasional antar pelabuhan, alur distribusi sapi, kondisi pelabuhan produsen dan pelabuhan konsumen. Data-data tersebut didapat dari Kementerian Perhubungan - Direktorat Jendral Lalu Lintas Laut dan Angkatan Laut. Data jumlah masuk dan keluarnya sapi di tiap provinsi yang dilalui kapal ternak, selanjutnya diolah untuk dijadikan data *supply - demand* sapi potong dan digunakan sebagai *input* dalam pelayaran kapal ternak.



Gambar 1.
Flowchart Algoritma Genetika

Pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan dalam lima tahapan. Tahap pertama adalah perhitungan biaya pelayaran kapal ternak berdasarkan kondisi yang sudah berjalan saat ini. Tahap kedua penentuan skenario pembandingan yang digunakan sebagai pengembangan dari hasil perhitungan kondisi sistem jaringan pelayaran saat ini. Tahap ketiga optimasi jaringan pelayaran menggunakan algoritma genetika, dimana langkah-langkahnya dapat dilihat pada Gambar 1. Tahap kelima adalah perancangan program optimasi rute pelayaran kapal ternak berbasis algoritma genetika,

dimana pada tahap ini dijelaskan mengenai langkah-langkah perancangan program. Selanjutnya hasil optimasi dianalisa dan dilakukan perbandingan dengan kondisi saat ini dan ditarik kesimpulan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rute pelayaran ternak yang beroperasi sekarang merupakan rute tetap meliputi pelabuhan muat yaitu Kupang (NTT) – Waingapu (NTT) – Bima (NTB) – Lembar (NTB) dan pelabuhan bongkar Tanjung Perak (Surabaya) – Tanjung Emas (Semarang) – Cirebon (Jawa Barat) dan Tanjung Priok (DKI Jakarta), dimana hanya menggunakan 1 buah kapal ternak dengan kapasitas 500 ekor sapi dan waktu pelayaran ± 14 hari. Dengan menggunakan pendekatan mengoptimalkan kemampuan Provinsi Nusa Tenggara Barat dan Provinsi Nusa Tenggara Timur dalam mengeluarkan sapi potong ke daerah konsumen, maka digunakan data *supply-demand* sapi potong berdasarkan kemampuan daerah produsen untuk menyalurkan sapi potong, serta tarif sapi per ekor dan biaya operasional kapal yang ditetapkan pemerintah. Data *supply-demand* sapi potong berdasarkan *data history* dapat dilihat pada Tabel 1.

Perhitungan Total Biaya Pelayaran kapal ternak aktual

Total biaya pelayaran kapal ternak dengan kondisi saat ini dihitung dengan persamaan berikut:.

$$TC = Total\ TS + Total\ BP \quad (1)$$

$$Total\ TS = (TSkwxJSkw) + (TSwbxJSwb) + (TSblxJSbl) + (TSlpxJSlp) + (TSpexJSpe) + (TSecxJSec) + (TScjxJScj) + (TSjkxJSjk) \quad (2)$$

$$Total\ BP = BPkw + BPwb + BPbl + BPlp + BP + BPec + BPCj + B \quad (3)$$

Keterangan :

$TC = Total\ Cost$

$TS = Tarif\ sapi\ per\ ekor$

$JS = Jumlah\ sapi\ dalam\ kapal\ pada\ tiap\ pelayaran$

$BP = Biaya\ pelayaran$

$k = pelabuhan\ Kupang$

$w = pelabuhan\ Waingapu$

$b = pelabuhan\ Bima$

$l = pelabuhan\ Lembar$

$p = pelabuhan\ Tg.\ Perak$

$e = pelabuhan\ Tg.\ Emas$

$c = pelabuhan\ Cirebon$

$j = pelabuhan\ Tg.\ Priok$

Data tarif, biaya dan jumlah sapi yang digunakan untuk perhitungan total biaya pelayaran kapal ternak dengan kondisi saat ini berdasarkan dapat dilihat pada Tabel 2.

Penentuan skenario pembanding

Skenario pembanding yang digunakan adalah dua skenario. Skenario pertama mewakili kondisi

usulan yang optimal untuk pelayaran kapal ternak pada tahun 2016, dimana rute nya adalah bebas, jumlah kapal 1 dan waktu pelayaran kurang lebih 14 hari. Skenario kedua mewakili kondisi usulan yang optimal dengan mempertimbangkan rencana pemerintah yang akan menambahkan 5 buah kapal ternak pada tahun mendatang, dimana rute nya adalah bebas, jumlah kapal 6 dan waktu pelayaran kurang lebih 14 hari.

Optimasi dengan Menggunakan Algoritma Genetika

Tahapan ketiga adalah pengolahan data menggunakan algoritma genetika. Kriteria optimasi yang akan dicapai adalah tingginya persentase sapi terkirim dan *minimum total cost*. Maka didapat rumusan nilai fitness sebagai berikut :

$$Fitness = (TpE \times (1 - F) + TpE) \quad (4)$$

$$F = (75\% \times RT) + (25\% \times RE)$$

$$RE = 1 - \left[\frac{(b - w) + (b - sb)}{2} \right]$$

Keterangan :

$b =$ persentase rata-rata ter *supply* terbaik

$w =$ persentase rata-rata ter *supply* terburuk

$sb =$ persentase rata-rata ter *supply* terbaik ke-dua

$TpE =$ Tarif per ekor sapi

$F =$ persentase sapi ter *supply*

$RT =$ rata-rata ter *supply*

$RE =$ rata-rata error

Perancangan program optimasi rute pelayaran kapal ternak berbasis algoritma genetika.

Tujuan perancangan program optimasi rute pelayaran kapal ternak adalah untuk memberikan kemudahan bagi peneliti dalam menentukan rute pelayaran yang optimum dengan kriteria maksimum persentase sapi terkirim dan terangkut serta minimasi total biaya. Program ini didesain semudah mungkin dalam pemakaiannya, agar pengguna dapat memperoleh hasil yang optimum dalam waktu yang singkat. Pembuatan program menggunakan *software* Microsoft Visual Studio 2012. Dilakukan juga verifikasi program dan validasi output untuk memastikan program berjalan sesuai dengan keadaan nyata.

Hasil dari program optimasi rute pelayaran kapal ternak dengan algoritma genetika ini adalah rute yang optimal untuk skenario 1 dan skenario 2. Tiap skenario memberikan rute terbaik untuk masing-masing kapal dan mensimulasikan berapa total biaya yang dikeluarkan dan juga tingkat persentase sapi yang terkirim. Tampilan hasil *running* program optimasi rute pelayaran dapat dilihat pada Gambar 1. Perbandingan perhitungan biaya aktual dan hasil program optimasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Table 1.

Data suplai demand sesuai urutan kode

No.	Rute	Waktu masuk Hari ke	Waktu keluar Hari ke-)	Daily Adding (ekor)	Adding Time hari ke	Max Mutan (ekor)
1	Kupang	0	1	119	1	1666
2	Waingapu	1.7	2.7	42	2	588
3	Bima	3.2	4.2	48	4	672
4	Lembar	4.9	5.9	35	5	490
5	Tg. Perak	6.7	7.7	0	7	0
6	Tg.Emas	8.3	9.3	53	9	742
7	Cirebon	9.7	10.7	155	10	2170
8	Tg.Priok	11.2	12.2	36	12	504
9	Kupang	15.9	-	-	-	-

No	RUte	Jumlah sapi yang tersedia dan dibutuhkan	Terangkut	Aksi	Persentase
1	Kupang	119	119	Terangkut 119 ekor	7%
2	Waingapu	84	84	Terangkut 84 ekor	14%
3	Bima	192	192	Terangkut 192 ekor	29%
4	Lembar	175	105	Terangkut 105 ekor	21%
5	Tg. Perak	0	0	Tersupply 0 ekor	0%
6	Tg.Emas	477	477	Tersupply 477 ekor	64%
7	Cirebon	1550	23	Tersupply 23 ekor	1%
8	Tg.Priok	432	0	Tersupply 0 ekor	0%
9	Kupang	-	-	Kapal kosong	-

Table 2.

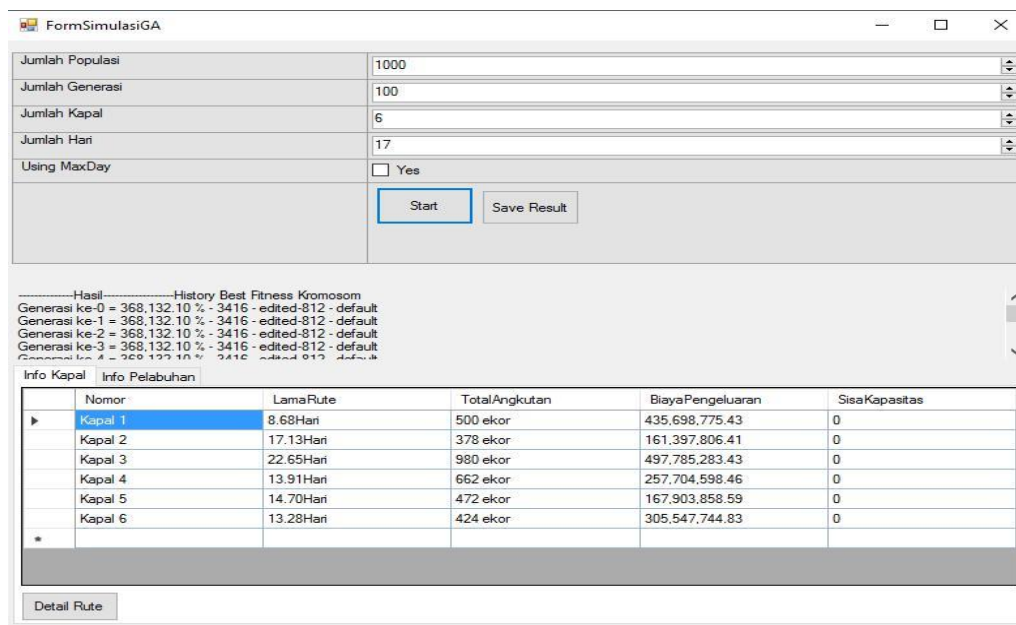
Data untuk perhitungan total biaya kondisi saat ini

Rute	Tarif/ekor sapi (Rp.)	Biaya pelayaran (Rp.)	Jumlah sapi dalam kapal (ekor)
Kupang – Waingapu	189.000,00	4.017.348,08	119
Waingapu – Bima	185.000,00	3.019.032,05	203
Bima – Lembar	189.000,00	3.924.171,92	395
Lembar – Tg.Perak	197.000,00	4.749.446,50	500
Tg.Perak – Tg.Emas	188.000,00	3.538.156,39	500
Tg.Emas – Cirebon	181.000,00	2.686.260,05	23
Cirebon – Tg.Priok	185.000,00	3.019.032,05	0
Tg.Priok – Kupang	330.000,00	17.274.984,92	0

(Sumber: Ditolala, PPK Angkutan Ternak Tahun Anggaran 2016)

Tabel 3
Perbandingan kondisi aktual dan skenario usulan

Parameter Perbandingan	Aktual	Skenario 1: Optimasi Aktual	Skenario 2: Optimasi untuk Rencana Pemerintah
Waktu Pelayaran	15,9 hari	22,99 hari	20,93 hari
Rata-rata Persentase Sapi Terkirim	16%	52,65%	100%
Jumlah Sapi Terkirim	500 ekor sapi	1.374 ekor sapi	3.416 ekor sapi
Rute	Kapal 1: Kupang – Waingapu – Bima – Lembar – Tg. Perak – Tg. Emas – Cirebon – Tg. Priok	Kapal 1: Bima – Cirebon – Bima – Tg. Priok – Waingapu – Cirebon – Lembar – Tg. Emas	Kapal 1: Bima – Cirebon – Kupang – Cirebon Kapal 2: Lembar – Cirebon – Bima – Cirebon – Lembar - Cirebon Kapal 3: Waingapu –Cirebon – Kupang – Cirebon – Waingapu – Tg. Priok Kapal 4: Waingapu – Tg.Priok – Kupang – Bima – Tg.Emas - Cirebon Kapal 4: Waingapu – Cirebon – Kupang – Lembar - Cirebon Kapal 5: Bima – Tg. Emas – Kupang – Tg. Emas
Jumlah Kapal	1	1	6
Tarif Per-muatan	Rp 747.184, 86	Rp 322.639, 40	Rp 386.857, 68
Total Biaya	Rp 373.592.431,96	Rp 443.306.533,26	Rp 1.321.505.850,62



Gambar 1.
Tampilan saat program selesai *running*

Untuk kondisi usulan dengan menggunakan skenario 1 dimaksud untuk mendapatkan rute yang optimal untuk jangka waktu pendek, dimana kapal ternak yang dioperasikan sebanyak 1 kapal. Waktu pelayaran untuk kondisi usulan dengan skenario 1 ini memakan waktu sebanyak 22,9 hari dengan total sapi yang mampu diangkut sebanyak 1374 ekor sapi, dengan kondisi usulan ini mampu *supply* rata-rata sebesar 52,65% dari kebutuhan daerah konsumen. Rute yang dilalui meliputi Bima–

Cirebon – Bima – Tg.Priok – Waingapu – Cirebon – Lembar - Tg.Emas. Dengan total biaya Rp 443,306,533.26 dan tarif permuatan Rp 322,639.40. Hasil optimasi dari skenario 1 dibandingkan perhitungan kondisi saat ini menunjukkan peningkatan persentase rata-rata sapi terkirim. Hal ini dikarenakan antara lain rute pelayaran mengikuti ketersediaan pasokan sapi dari pelabuhan yang ada.

Untuk kondisi usulan dengan menggunakan skenario 2 dimaksud untuk mendapatkan rute yang optimal untuk jangka waktu panjang dengan mempertimbangkan rencana pemerintah yaitu penambahan armada kapal menjadi 6 kapal. Waktu pelayaran untuk kondisi usulan dengan skenario 2 ini memakan waktu sebanyak 20,93 hari dengan total sapi yang mampu diangkut sebanyak 3416 ekor sapi, dengan kondisi usulan ini mampu mensupply 100% dari kebutuhan daerah konsumen dan maksimum dalam mengeluarkan sapi potong dari Kepulauan Nusa Tenggara. Rute yang dilalui masing-masing kapal berbeda dan dapat dilihat pada tabel 3. Total biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan rute pelayaran ini mencapai Rp 1,321,505,850.62 dan tarif permuatan sebesar Rp 386,857.68.

4. KESIMPULAN

Pelayaran kapal ternak sekarang ini masih belum optimal antara lain karena keterbatasan jumlah armada yang dimiliki pemerintah, kapasitas armada tersebut yang hanya mampu memuat 500 ekor sapi, serta rute tetap yang harus dilalui kapal ternak bisa menjadi penghambat untuk daerah produsen dalam memaksimalkan jumlah sapi yang didistribusikan ke daerah konsumen. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan jaringan pelayaran kapal ternak, yakni memaksimalkan persentase rata-rata sapi terkirim dari Kepulauan Nusa Tenggara dengan minimum total biaya pengeluaran sapi. Hasil perbandingan antara kondisi aktual dengan skenario 1 sebagai pembandingan dengan menggunakan jumlah kapal yang sama seperti saat ini yakni satu kapal saja menunjukkan skenario 1 berhasil meningkatkan persentase rata-rata sapi terkirim menjadi sebesar 52,65% dari sebelumnya yang hanya sebesar 16%.

Selain itu, memperhatikan rencana pemerintah untuk mengembangkan jaringan transportasi laut untuk kapal ternak dengan menambahkan lima kapal ternak, maka diusulkan skenario 2 untuk mendapatkan nilai optimum dari jaringan pelayaran tersebut. Hasil optimasi skenario 2 menunjukkan kondisi usulan ini mampu memasok 100% dari kebutuhan daerah konsumen dan maksimum dalam mengeluarkan sapi potong dari Kepulauan Nusa Tenggara. Jika dibandingkan kondisi saat ini dengan kedua hasil usulan, hasil usulan lebih optimal hal ini dapat dilihat dari persentase rata-rata sapi terkirim, total biaya, dan total sapi yang diangkut.

Penelitian ini dilakukan berdasarkan data pelayaran kapal ternak pada tahun 2016 serta rencana penambahan lima kapal dari Kementerian Perhubungan. Peluang bertambahnya lokasi produsen sapi potong selain daerah Nusa Tenggara,

seperti daerah Sumatera Selatan, akan menambah kompleksitas dari pencarian rute optimal dan tentunya perlu untuk dilakukan penelitian lebih lanjut.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Andi, Samang, Rahardjo, & Sitepu. 2013. Konsep Tatanan Jaringan Transportasi Laut Koridor Sulawesi dalam Mendukung Konektivitas Nasional, *Tugas Akhir*. Makassar: Universitas Hasanuddin,
2. Direktorat Jendral Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2015. *Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan*. Jakarta: Kementerian Pertanian RI.
3. Direktorat Jendral Perhubungan Laut, 2016. *Pelaksanaan, Penyelenggaraan Kewajiban Angkutan Ternak Tahun Anggaran 2016*. Jakarta: Kementerian Perhubungan RI.
4. Frans, R., & Arfiadi, Y. 2014. Optimasi Ukuran Penampang, Topologi, dan Bentuk Struktur pada Struktur Rangka Batang Ruang dengan Menggunakan Algoritma Genetika Hybrid, *Tugas Akhir*. Bandung: Institut Teknologi Nasional.
5. Hannawati. A., & Eleazar., T., 2009. Pencarian Rute Optimum Menggunakan Algoritma Genetika. *Jurnal Teknik Elektro*, 2 (2): 78 – 83.
6. Indrajit, R.E., & Djokopranoto. R. 2002. *Konsep Manajemen Supply Chain*. Jakarta: Grasindo.
7. Heizer, J., Render,B., 2005. *Operation Management*, 7th ed. New Jersey: Prentice Hall.
8. Kjeldsen, K.H. 2009. *Liner Shipping-Network Design, Routing and Scheduling*. CORAL-ASB. Aarhus University, Denmark.
9. Pujawan, I., N. 2005. *Supply Chain Management*. Surabaya: Guna Widya.
10. Pujawan, I. N. Mahendrawathi E.,R. 2010. *Supply Chain Management*. Edisi kedua. Surabaya: Guna Widya.
11. Schroeder, R.,G. 2007. *Manajemen Operasi. Jilid 2-Edisi 3*. Jakarta: Erlangga.
12. Simchi-Levi, D., Kaminsky,P, & Simchi-Levi, E. 2004. *Managing the Supply Chain : The Definitive Guide for the Business Professional*. New York: McGraw-Hill.
13. Yang, Z., & Keng, C. 2010. Optimization of Shipping Network of Trunk and Feeder Lines for Inter-Regional and Intra-Regional Container Transport. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 8.