

RESEARCH ARTICLE

## Optimalisasi Rute Distribusi Produk Frozen Untuk Meminimasi Biaya Transportasi dan Gas Emisi Pada PT. Sukanda Djaya Dengan Metode Algoritma Genetika

Aulia Dihas Zahira, Erlangga Bayu Setyawan\* and Yudha Prambudia

Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom, Bandung, 40257, Jawa Barat, Indonesia

\*Corresponding author: [erlanggabs@telkomuniversity.ac.id](mailto:erlanggabs@telkomuniversity.ac.id)

Received on 12 October 2024; accepted on 13 November 2024

### Abstrak

PT. Sukanda Djaya merupakan distributor produk \*frozen\* dari perusahaan PT. Diamond Cold Storage yang memproduksi produk seperti susu, \*yoghurt\*, daging, dan lain-lain. Pendistribusian produk dilakukan pada 25 agen konsumen dengan menggunakan empat unit kendaraan bermuatan masing-masing 6,5 ton. Permasalahan yang terjadi adalah perusahaan tidak memiliki rute tetap untuk mendistribusikan produk-nya, yang berakibat adanya produk \*return\* dari agen konsumen kembali ke depot dikarenakan kualitas produk menurun saat tiba di agen konsumen. Permasalahan tersebut terjadi karena lamanya waktu tempuh dikarenakan tidak adanya rute tetap. Pendistribusian produk \*frozen\* menggunakan truk berpendingin juga mempengaruhi konsumsi gas emisi yang dihasilkan, karena truk berpendingin menghasilkan 30% gas emisi CO<sub>2</sub> lebih tinggi dibandingkan dengan truk biasa. Pengurangan biaya transportasi dan gas emisi dapat dilakukan dengan menentukan rute usulan untuk proses distribusi yang efektif dan efisien. Berdasarkan masalah yang terjadi, dilakukan penentuan rute dengan menggunakan metode \*algoritma genetika\*. Hasil yang diperoleh yaitu dengan adanya rute usulan yang dihasilkan menggunakan metode \*algoritma genetika\* terjadi minimasi biaya transportasi sebesar 79,35% dan tidak adanya produk \*return\* yang dihasilkan karena waktu tempuh setiap kendaraan tidak ada yang melebihi waktu \*shelf life\* produk yaitu 120 menit.

**Key words:** Distribusi, Produk \*Frozen\*, Rute, Gas Emisi CO<sub>2</sub>, \*Algoritma Genetika\*

### Pendahuluan

PT. Sukanda Djaya merupakan distributor produk \*frozen\* dari perusahaan PT. Diamond Cold Storage yang memproduksi produk \*frozen\* seperti susu, \*yoghurt\*, es krim, dan lain-lain. PT. Sukanda Djaya mendistribusikan produknya ke 25 agen konsumen yang tersebar. Pendistribusian dilakukan setiap jadinya dengan menggunakan empat unit kendaraan truk berpendingin. Berikut merupakan agen konsumen dari PT. Sukanda Djaya dan jaraknya:

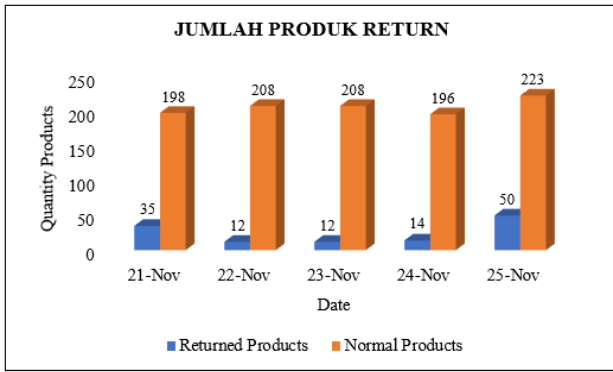
Berdasarkan Tabel 1, kendaraan yang digunakan untuk pendistribusian produk PT. Sukanda Djaya ke agen-agen konsumen tersebut sebanyak empat unit yaitu truk berpendingin Toyota Dyna Rino dengan kecepatan 40 Km/Jam yang berjenis truk CDD, menggunakan bahan bakar solar dan sudah berstandar Euro 4 sesuai dengan peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan. PT. Diamond Cold Storage juga memiliki sertifikasi ISO 14064, yaitu sertifikasi yang menyediakan panduan untuk mengukur, menguantifikasi dan melaporkan emisi

**Table 1.** Agen Konsumen PT. Sukanda Djaya

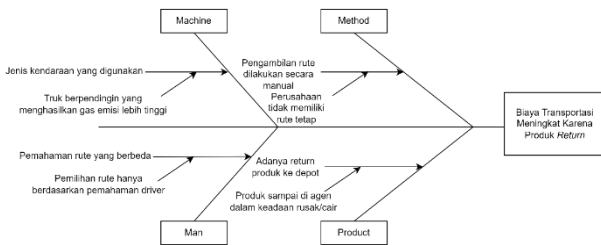
Agen Konsumen	Jarak (Km)
Hypermart SKA	15,2
Robinson Panam	20
CFC Subrantas	19,3
Indogrosir	27,6
...	...
Jumbo Mart	18,2

gas rumah kaca yang akan membantu perusahaan mengelola dampak lingkungan dari kegiatan perusahaan tersebut.

Pendistribusian produk dimulai pada pukul 08.00. Sistem pendistribusian diawali dengan kepala transportasi akan mengambil truk



Gambar 1. Grafik Jumlah Produk Return



Gambar 2. Fishbone Diagram

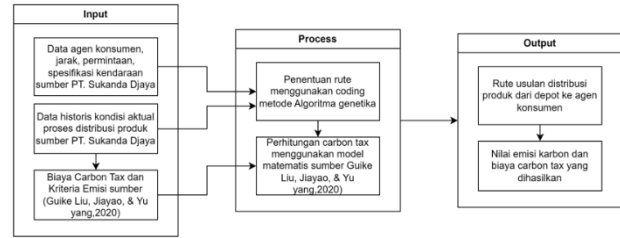
pemesanan dari masing-masing konsumen kemudian akan membagikan struk pesanan tersebut ke masing-masing driver yang bertugas untuk mengantarkan produk. Dikarenakan tidak adanya rute tetap pada PT. Sukanda Djaya maka dihasilkan jarak tempuh sesuai dengan keinginan driver. Jarak pada kondisi aktual adalah sejauh 87 km, 80 km, 85 km, dan 88 km dan waktu tempuh 175 menit, 150 menit, 165 menit, dan 180 menit. Dikarenakan produk yang didistribusikan adalah jenis produk \*frozen\*, maka memiliki \*shelf life\* produk yaitu selama 120 menit. Maka menimbulkan adanya produk \*return\* yang disebabkan oleh lamanya produk dalam perjalanan, sehingga setelah sampai di agen konsumen kualitas produk menurun. Berikut merupakan grafik dari jumlah produk yang dikirim dan adanya produk yang di \*return\*:

Berdasarkan Gambar 1, penelitian ini bertujuan untuk menentukan rute usulan distribusi produk dengan mempertimbangkan waktu tempuh dan muatan kendaraan, permasalahan ini merupakan bagian dari masalah routing kendaraan dengan tujuan meminimasi biaya, pada penelitian ini adalah biaya transportasi dan gas emisi [1].

Adanya \*return\* produk mengakibatkan peningkatan biaya transportasi dikarenakan produk harus dikirimkan kembali ke depot di hari yang sama sehingga menimbulkan biaya transportasi dan gas emisi yang dihasilkan dari produk \*return\*. Faktor biaya ini penting dikarenakan perusahaan harus mengeluarkan biaya tambahan diluar proses distribusi normal, yang mengakibatkan berkurangnya biaya dari keuntungan yang diperoleh, karena keuntungan merupakan tujuan utama dari perusahaan, dikarenakan keuntungan digunakan untuk kelangsungan hidup perusahaan dan stakeholder-nya [2].

Analisis faktor yang menyebabkan terjadinya peningkatan biaya transportasi digambarkan dengan diagram tulang ikan berikut:

Berdasarkan Gambar 2, analisis faktor yang menyebabkan terjadinya peningkatan biaya transportasi dapat dilihat dengan jelas.



Gambar 3. Kerangka Berpikir

## Tinjauan Pustaka

### Transportasi dan Distribusi

Transportasi memiliki peran penting dalam kemajuan suatu negara, menjadi unsur mendasar dalam perkembangan ekonomi dan masyarakat, serta memfasilitasi pertumbuhan sektor industri. Perkembangan infrastruktur transportasi diharapkan dapat mendorong aktivitas ekonomi dan mendorong pertumbuhan dalam suatu daerah atau negara. Sistem pendingin untuk pengangkutan makanan beku harus berkinerja optimal di lingkungan yang jauh lebih menantang dibandingkan dengan perangkat pendingin tetap. Transportasi dengan sistem pendingin memiliki efisiensi yang lebih rendah dibandingkan dengan sistem stasiun karena berbagai kondisi dan kendala operasional, seperti batasan ruang dan berat [3].

### Gas Emisi

Karbon dioksida (\*CO<sub>2</sub>\*) adalah kontributor utama efek rumah kaca, yang berdampak pada kenaikan suhu rata-rata dunia. Emisi \*CO<sub>2</sub>\*) memiliki peranan penting dalam menjaga keseimbangan panas di Bumi, yang penting bagi penciptaan lingkungan iklim yang mendukung kehidupan manusia. Peningkatan emisi \*CO<sub>2</sub>\*) akibat aktivitas manusia telah menyebabkan peningkatan suhu global yang signifikan. Emisi ini sebagian besar berasal dari pembakaran hutan dan pemanfaatan bahan bakar fosil [4].

### Carbon Tax

Banyak negara telah mengadopsi kebijakan pajak karbon (\*carbon tax\*) sebagai bagian dari skema perdagangan emisi untuk mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK). Menurut [5], \*carbon tax\* adalah alat kebijakan yang diciptakan untuk mendorong pengurangan emisi karbon dioksida (\*CO<sub>2</sub>\*) . Kebijakan ini memungkinkan perusahaan untuk mengurangi emisi secara efisien sesuai dengan biaya terendah, dengan tujuan mendapatkan insentif finansial yang dapat meningkatkan profitabilitas perusahaan secara keseluruhan.

## Metodologi Penelitian

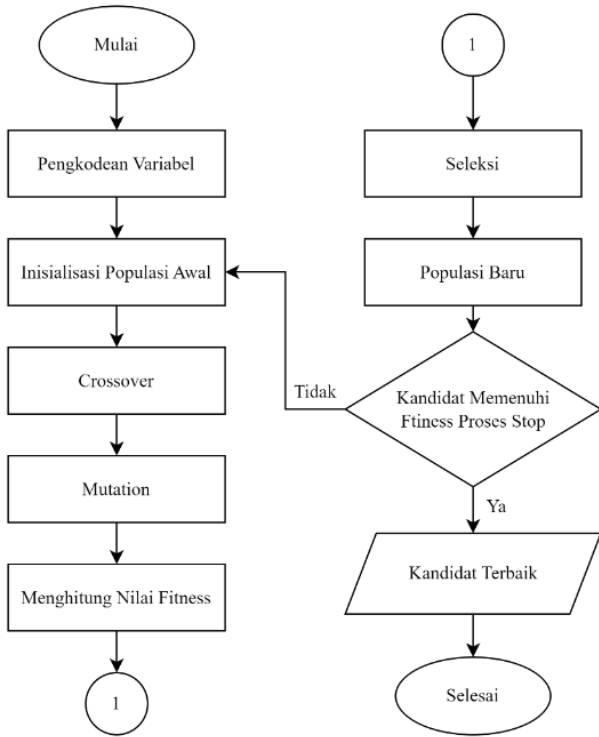
Metode pada penelitian ini terbagi menjadi tiga tahap berdasarkan metode perancangan. Berikut adalah kerangka berpikir yang digunakan dalam penelitian ini:

Gambar 3 menunjukkan kerangka berpikir yang digunakan dalam penelitian ini, yang mencakup tiga tahap utama dalam perancangan metode.

## Hasil dan Pembahasan

### Penyelesaian Menggunakan Algoritma Genetika

Gambar 4 menunjukkan flowchart dari algoritma genetika yang digunakan dalam penelitian ini untuk menyelesaikan masalah distribusi.



Gambar 4. Tabel: Flowchart Algoritma Genetika

**Analisis Jarak Tempuh**

Gambar 5 menyajikan analisis jarak tempuh yang diperoleh dari penerapan algoritma genetika dalam penelitian ini.

Kendaraan	Rute Aktual	Rute Usulan	Selisih Penurunan	Persentase Penurunan
Truk 1	87 Km	36,7 Km	50,3 Km	57,82%
Truk 2	80 Km	32 Km	48 Km	60%
Truk 3	85 Km	41,3 Km	43,7 Km	51,29%
Truk 4	88 Km	36,8 Km	51,2 Km	58,18%
Total	340 Km	146,8 Km	193,2 Km	56,82%

Gambar 5. Tabel: Analisis Jarak Tempuh

**Analisis Waktu Tempuh**

Gambar 6 menunjukkan analisis waktu tempuh yang dihasilkan dari algoritma genetika.

**Analisis Biaya BBM**

Gambar 7 menyajikan analisis biaya bahan bakar minyak (BBM) yang dikeluarkan selama proses distribusi.

Kendaraan	Rute Aktual	Rute Usulan	Selisih Penurunan	Persentase Penurunan	Shelf Life Produk
Truk 1	175 Menit	90 Menit	85 Menit	48,57%	120 Menit
Truk 2	150 Menit	71 Menit	79 Menit	52,67%	
Truk 3	165 Menit	90 Menit	75 Menit	45,45%	
Truk 4	180 Menit	77 Menit	103 Menit	57,22%	
Rata-Rata	167,5 Menit	82 Menit	85,5 Menit	47,5%	

Gambar 6. Tabel: Analisis Waktu Tempuh

Kendaraan	Rute Aktual	Rute Usulan	Selisih Penurunan	Persentase Penurunan
Truk 1	Rp.84.644	Rp. 35.651	Rp. 48.993	79,36%
Truk 2	Rp.77.724	Rp. 31.085	Rp. 46.639	82,02%
Truk 3	Rp.82.472	Rp. 40.120	Rp. 42.352	76,79%
Truk 4	Rp.88.476	Rp. 35.748	Rp. 52.728	79,32%
Total	Rp. 333.316	Rp. 142.605	Rp. 190.711	57,27%

Gambar 7. Tabel: Analisis Biaya BBM

**Analisis Upah Driver**

Gambar 8 menunjukkan analisis upah yang diterima oleh driver selama proses distribusi.

Kendaraan	Rute Aktual	Rute Usulan	Selisih Penurunan	Persentase Penurunan
Truk 1	Rp. 141.067	Rp. 75.000	Rp. 66.067	46,98%
Truk 2	Rp. 125.000	Rp. 59.166	Rp. 65.834	52,67%
Truk 3	Rp. 137.005	Rp. 75.000	Rp. 62.005	45,32%
Truk 4	Rp. 150.000	Rp. 64.166	Rp. 85.834	57,22%
Total	Rp. 554.017	Rp. 273.332	Rp. 280.685	50,76%

Gambar 8. Tabel: Analisis Upah Driver

**Analisis Produk Return**

Gambar 9 menyajikan analisis jumlah produk yang harus \*return\* akibat waktu tempuh yang tidak sesuai.

**Analisis Emisi Karbon**

Gambar 10 menunjukkan analisis emisi karbon yang dihasilkan selama proses distribusi.

Jumlah Produk <i>Return</i>		Selisih Penurunan	Persentase Penurunan
Rute Aktual	Rute Usulan		
114 Box	-	114 Box	100%

Gambar 9. Tabel: Analisis Produk Return

Kendaraan	Rute Aktual	Rute Usulan	Selisih Penurunan	Persentase Penurunan
Truk 1	613 Kg CO <sub>2</sub>	566 Kg CO <sub>2</sub>	47 Kg CO <sub>2</sub>	7,67%
Truk 2	674 Kg CO <sub>2</sub>	494 Kg CO <sub>2</sub>	180 Kg CO <sub>2</sub>	26,74%
Truk 3	593 Kg CO <sub>2</sub>	637 Kg CO <sub>2</sub>	-44 Kg CO <sub>2</sub>	0%
Truk 4	679 Kg CO <sub>2</sub>	568 Kg CO <sub>2</sub>	111 Kg CO <sub>2</sub>	16,34%
Total	2.559 Kg CO <sub>2</sub>	2.265 Kg CO <sub>2</sub>	294 Kg CO <sub>2</sub>	11,48%

Gambar 10. Tabel: Analisis Emisi Karbon

### Analisis Carbon Tax

Gambar 11 menyajikan analisis pajak karbon yang harus dibayarkan berdasarkan emisi yang dihasilkan.

Kendaraan	Rute Aktual	Rute Usulan	Selisih Penurunan	Persentase Penurunan
Truk 1	Rp.649.016	Rp. 297.996	Rp. 351.020	54,10%
Truk 2	Rp.713.600	Rp. 260.088	Rp. 453.512	63,53%
Truk 3	Rp.627.841	Rp. 335.377	Rp. 292.464	46,75%
Truk 4	Rp.718.894	Rp. 299.049	Rp. 419.845	58,43%
Total	Rp. 2.709.351	Rp. 1.192.511	Rp. 1.516.840	55,99%

Gambar 11. Tabel: Analisis Carbon Tax

### Analisis Muatan Kendaraan

Gambar 12 menunjukkan analisis muatan kendaraan yang digunakan dalam distribusi.

## Kesimpulan

Hasil rancangan rute distribusi produk dengan metode \*Algoritma Genetika\* telah mencapai hasil yang optimal. Berdasarkan rute usulan, dapat menghasilkan total penurunan jarak sebesar 193,2 Km atau

56,82%. Perubahan ini bisa muncul karena adanya perancangan rute yang lebih optimal. Pengurangan jarak sesungguhnya dibandingkan rute yang diusulkan juga berpotensi menurunkan waktu distribusi serta total biaya transportasi. Total biaya transportasi yang dihasilkan oleh rute usulan menghasilkan penurunan biaya BBM sejumlah Rp. 190.711 atau 57,27% dan tidak adanya \*return\* produk yang dihasilkan dari rute usulan karena waktu proses distribusi tidak ada yang melebihi waktu optimal produk yaitu 120 menit. Hasil rancangan rute usulan juga

Kendaraan	Rute Aktual	Rute Usulan
Truk 1	5.000 Kg	4.700 Kg
Truk 2	6.000 Kg	5.900 Kg
Truk 3	4.500 Kg	4.300 Kg
Truk 4	5.400 Kg	6.000 Kg

Gambar 12. Tabel: Analisis Muatan Kendaraan

memiliki pengurangan terhadap gas emisi karbon yang dihasilkan yaitu sebesar 294 Kg \*CO<sub>2</sub>\* atau 11,48%. Dengan jarak tempuh yang lebih pendek dan efisiensi perjalanan yang lebih baik, armada dapat mengurangi jumlah gas emisi karbon yang dihasilkan. Perhitungan usulan \*carbon tax\* berdasarkan gas emisi menunjukkan bahwa rute usulan dapat mengurangi biaya yang harus dikeluarkan perusahaan sebagai dampak dari regulasi lingkungan terkait gas emisi karbon.

## Daftar Pustaka

1. Alim HN, Yanuar RA, Setyawan E. Determination of Minimum Trucks and Routes Used in the Case of Municipal Solid Waste Transportation in Bandung City with Greedy Algorithm. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing; 2020. p. 1.
2. Djatmiko B, Yulistyorini A, Sugandi RM, Setyawan E. The Application of Fuzzy Logic For Profit Optimization to Contractor Project Cash Flow. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing; 2019. p. 1-2.
3. AL-Ghwayeen. Green Supply Chain Management and Export Performance: The Mediating Role of Environmental Performance. Journal of Manufacturing Technology Management. 2018:1233-52.
4. Junaedi. Kontribusi Hutan Sebagai Rosot Karbondioksida. Balai Penelitian Hutan Penghasil Serat Kuok; 2018.
5. Lu, Liu. The Impacts of Carbon Tax and Complementary Policies on Chinese Economy. Energy Policy. 2010:7278-85.