

# OPTIMASI TRANSPORTASI DAN DISTRIBUSI RAMAH LINGKUNGAN UNTUK PRODUK TURUNAN TEKSTIL BERBASIS SERAT NABATI DENGAN *VEHICLE ROUTING PROBLEM*

**Nunung Nurhasanah<sup>1</sup>, Yandra Arkeman<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Al Azhar Indonesia  
Komplek Masjid Agung Al Azhar, Jalan Sisingamangaraja, Kebayoran, Jakarta 12110

Email: nunungnurhasanah@uai.ac.id

<sup>2</sup>Departemen Teknologi Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor  
Kampus IPB Dramaga, Jl Raya Dramaga, Bogor 16680

Email: yandra\_ipb@yahoo.com

## Abstrak

Permasalahan transportasi kerap disandingkan dengan penyelesaian masalah optimasi jaringan. *Vehicle routing problem* (VRP) salah satu metode yang dapat digunakan untuk meminimasi rute. Seiring perkembangan keilmuan, teknologi, dan kondisi lingkungan yang memerlukan prioritas perhatian demi terciptanya keberlanjutan, maka semesta pembicaraan VRP telah membahas penetapan minimasi biaya transportasi dengan mempertimbangkan emisi CO<sub>2</sub>.

Tujuan umum studi ini adalah untuk merancang optimasi sistem transportasi dan distribusi ramah lingkungan untuk produk tekstil berbasis serat nabati. Sementara tujuan khusus studi ini adalah: (1) Memilih serat nabati yang berpotensi menjadi produk turunan tekstil, dan (2) Minimasi biaya transportasi berdasarkan model VRP (Clarke and Wright algorithm) dengan memperhatikan konsep efisiensi yang ramah lingkungan.

Tahapan metode penelitian diawali dengan penetapan pemilihan serat nabati yang potensial menjadi produk olahan Tekstil dan Produk Turunan Tekstil (TPT) dengan fuzzy Analytical hierarchy process (AHP), kemudian menetapkan optimasi rute dengan VRP, perhitungan biaya transportasi dengan meminimasi emisi CO<sub>2</sub>. Tahap terakhir menghitung biaya logistik tahunan yang ditetapkan berdasarkan biaya transportasi yang sudah diperoleh, kemudian digabung dengan biaya persediaan dan biaya simpan.

Pendekatan VRP dapat membantu pengambil keputusan menetapkan rute terpendek dengan biaya minimum. Serat nabati yang berasal daun nanas dinyatakan terpilih sebagai bahan baku yang berpotensi untuk diolah menjadi TPT dengan bobot nilai fuzzy tertinggi, yaitu 33,68%.

Untuk pengiriman serat danun nanas kering dari depot di Subang Jawa Barat kepada delapan industri pemintalan benang. Rute terpendek adalah Depot (Subang)-Bogor-Yogyakarta-Semarang-Malang-Malang-Mojokerto-Depot (Subang)-Gresik-Pasuruan-Depot (Subang) dengan total jarak tempuh 4.034,4 km. Efisiensi biaya transportasi dapat dilakukan dengan menjalankan strategi memonitor perilaku pengemudi melalui minimasi emisi CO<sub>2</sub>. Efisiensi sebesar 3,29% (Rp.27.476.310,40) dapat diperoleh melalui pengeluaran biaya transportasi sebesar Rp.808.575.481,60 per tahun

**Kata kunci:** biaya, minimasi, rute, serat nabati, transportasi, tekstil dan produk turunannya

## Pendahuluan

Transportasi di Indonesia merupakan penopang pertumbuhan ekonomi. Perpindahan produk atau bahan baku industri memerlukan penanganan transportasi yang aman dan tepat, sehingga proses perpindahannya tidak menurunkan kualitas produk maupun bahan baku yang akan digunakan oleh konsumen. Perpindahan ini menyebabkan perlunya alat transportasi untuk merealisasikan pertumbuhan ekonomi [1].

Permasalahan transportasi kerap disandingkan dengan penyelesaian masalah optimasi jaringan, dan termasuk dalam permasalahan rantai pasok [2]. Tujuan dari penyelesaian optimasi untuk masalah transportasi adalah meminimasi total biaya transportasi yang digunakan untuk memindahkan produk atau bahan baku dari satu lokasi asal ke lokasi tujuan tanpa melebihi batas kapasitas yang telah ditetapkan [3].

Pendekatan optimasi yang digunakan pada studi ini adalah *Vehicle Routing Problem* (VRP). VRP dikenalkan oleh Dantzig dan Ramser (1959) dalam rangka merancang rute optimal pada satu kendaraan dari satu lokasi depot ke satu konsumen yang tersebar secara geografis [4]. Banyak penelitian menggunakan metode ini untuk tujuan minimasi biaya berdasarkan rute terpendek. Pada optimasinya, VRP akan menyertakan kendala, kapasitas kendaraan, panjang rute, waktu tempuh, hubungan preseden satu node dengan node lainnya [5].

Algoritma Clarke and Wright merupakan salah satu algoritma yang dikembangkan dalam pendekatan VRP. Algoritma ini menggunakan penetapan jarak node dengan *Euclidian distance matrix*, dan penetapan rute minimum melalui formula *saving value* [6].

Seiring perkembangan keilmuan, teknologi, dan kondisi lingkungan yang memerlukan prioritas perhatian demi terciptanya keberlanjutan, maka semesta pembicaraan VRP telah membahas penetapan minimasi biaya transportasi dengan mempertimbangkan emisi CO<sub>2</sub> [7]. Hal ini dikarenakan semakin tingginya kewaspadaan masyarakat terhadap pencemaran lingkungan yang dapat menurunkan kesehatan manusia dan keseimbangan lingkungan hidup [8].

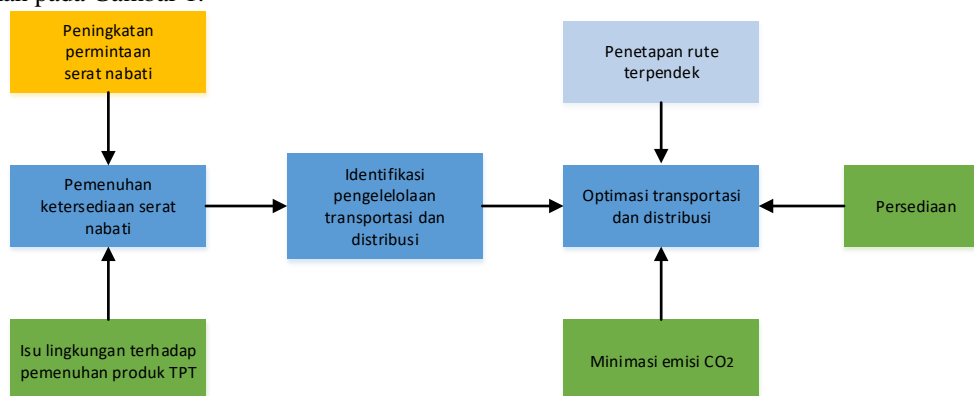
Serat nabati sebagai salah satu bahan baku tekstil dan produk tekstil merupakan material yang ramah lingkungan dalam proses pengolahannya, mulai dari serat kemudian dikeringkan, lalu dipintal menjadi benang, diolah menjadi kain tekstil (*fabrics*) dan akhirnya menjadi pakaian jadi (*apparel*). Mengapa serat nabati, karena serat nabati merupakan bahan baku ramah lingkungan yang potensial untuk dikembangkan menjadi produk tekstil dan turunannya. Selain itu, diketahui jumlahnya berlimpah di alam [9].

Tekstil dan produk tekstil (TPT) termasuk dalam produk industri andalan yang ditetapkan dalam Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) 2015-2035 [10]. Industri TPT dianggap sebagai satu dari lima industri andalan nasional yang diprediksi dapat mendorong pertumbuhan ekonomi Indonesia di masa kini dan mendatang. Seiring peningkatan pendapatan dan pemahaman masyarakat tentang keberlanjutan dan ramah lingkungan, produk pakaian jadi yang merupakan turunan TPT dan berbasis serat nabati pun terus meningkat permintaannya [11].

Peningkatan permintaan produk pakaian jadi akan secara signifikan meningkatkan permintaan benang dan serat nabati sebagai bahan bakunya. Transportasi berperan besar dalam menjaga keberlanjutan ketersediaan pasokan serat nabati untuk dipintal menjadi benang. Oleh sebab itu, studi ini memiliki tujuan umum untuk merancang optimasi sistem transportasi dan distribusi ramah lingkungan untuk produk tekstil berbasis serat nabati. Sementara tujuan khusus studi ini adalah: (1) Memilih serat nabati yang berpotensi menjadi produk turunan tekstil, dan (2) Minimasi biaya transportasi berdasarkan model VRP dengan memperhatikan konsep penghematan yang ramah lingkungan.

## Metode Penelitian

Kerangka berpikir yang dikembangkan dalam studi adalah untuk memperoleh optimasi biaya transportasi dan distribusi melalui efisiensi BBM berdasarkan perilaku pengemudi dan penetapan tingkat persediaan. Penetapan optimasi biaya transportasi dititikberatkan pada isu lingkungan dengan meminimasi emisi CO<sub>2</sub>. Diagram kerangka pikir disajikan pada Gambar 1.

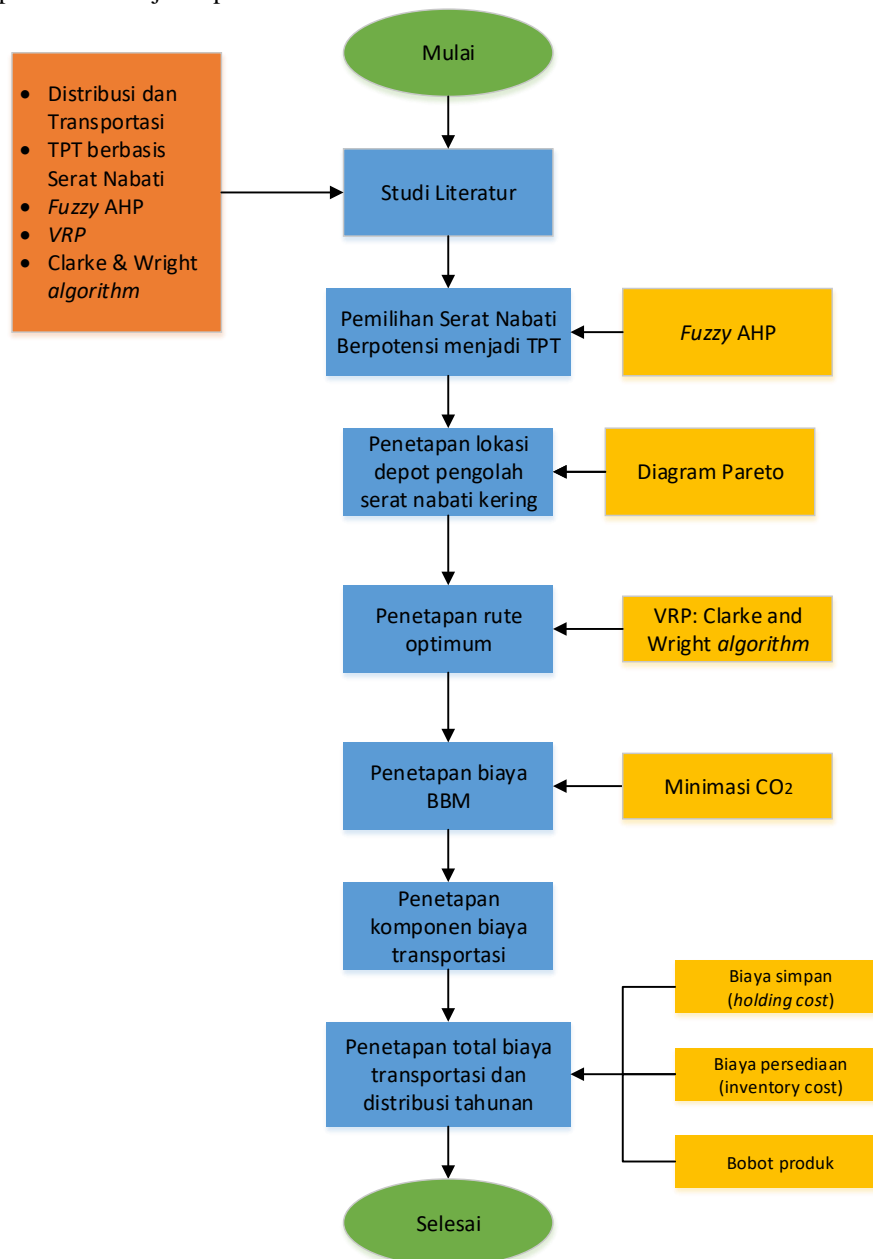


Gambar 1. Kerangka Berpikir

Tahapan metode penelitian diawali dengan studi literatur terhadap kajian yang terkait dengan serat nabati, TPT, transportasi, distribusi, *fuzzy AHP*, VRP, dan persediaan. Kemudian dilanjutkan dengan pemilihan serat nabati dengan metode *fuzzy AHP*. Serat nabati yang diprioritaskan terdiri dari 7 jenis, yaitu: abaca, daun nanas, kapas, rami, kenaf, mendong, dan kapuk. Kriteria yang dibangkitkan untuk menetapkan pilihan serat nabati adalah: (1) Peningkatan nilai tambah, (2) Keberlanjutan, (3) Potensi sumber daya lokal, (4) Produk ramah lingkungan, serta (5) Peningkatan peluang pasar lokal dan global.

Tahap berikutnya adalah menetapkan depot sebagai titik awal penetapan rute, dengan menggunakan diagram pareto berdasarkan data produksi panen (BPS, 2016). Kemudian menetapkan rute optimum dengan VRP. Setelah itu menetapkan biaya BBM melalui minimasi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari perilaku pengemudi. Dilanjutkan dengan penetapan komponen biaya transportasi, sehingga dihasilkan biaya transportasi berdasarkan rute terpendek dan minimasi CO<sub>2</sub>. Tahap terakhir menghitung biaya transportasi tahunan yang ditetapkan berdasarkan biaya

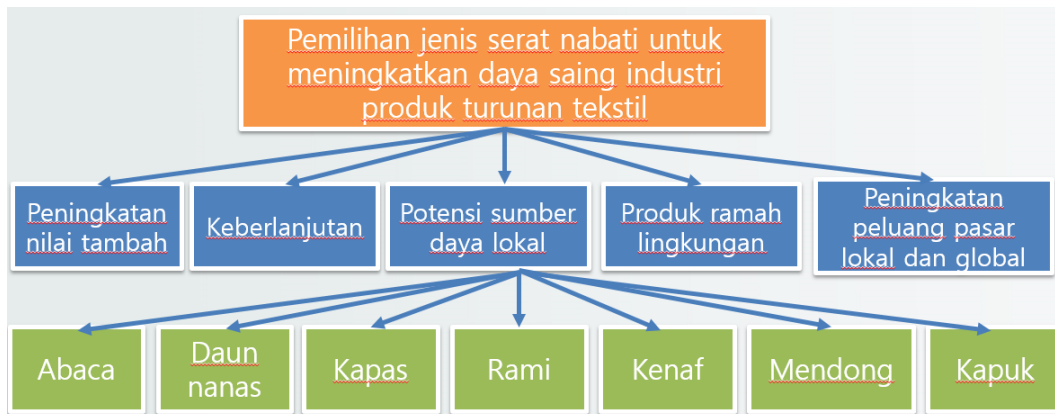
transportasi yang sudah diperoleh, kemudian digabung dengan biaya persediaan dan biaya simpan. Diagram alir tahapan metode penelitian disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan Metode Penelitian

## Hasil dan Pembahasan

Pemilihan 7 serat nabati dengan metode *fuzzy* AHP dilakukan dengan menggabungkan pendapat 3 orang pakar. Struktur hirarki dari AHP disajikan pada Gambar 3. Penetapan batas atas dan batas bawah bilangan *fuzzy* ditetapkan berdasarkan  $\alpha$ -cut menggunakan persamaan sesuai dengan teori AHP (2005) dalam Marimin et al. (2013) yang disajikan pada persamaan (1). Nilai  $\alpha$  yang ditetapkan adalah 0,5 artinya pakar mempunyai tingkat kepercayaan *moderat* pada saat melakukan penilaian dalam matriks perbandingan berpasangan.



Gambar 3. Struktur Hirarki AHP

$$\begin{aligned}
 \tilde{1}\alpha &= [1, 3 - 2\alpha] & \tilde{3}\alpha - 1 &= \left[ \frac{1}{5-2\alpha}, \frac{1}{1+2\alpha} \right] \\
 \tilde{3}\alpha &= [1 + 2\alpha, 5 - 2\alpha] & \tilde{5}\alpha - 1 &= \left[ \frac{1}{7-2\alpha}, \frac{1}{3+2\alpha} \right] \\
 \tilde{5}\alpha &= [3 + 2\alpha, 7 - 2\alpha] & \tilde{7}\alpha - 1 &= \left[ \frac{1}{9-2\alpha}, \frac{1}{5+2\alpha} \right] \\
 \tilde{7}\alpha &= [5 + 2\alpha, 9 - 2\alpha] & \tilde{9}\alpha - 1 &= \left[ \frac{1}{11-2\alpha}, \frac{1}{7+2\alpha} \right] \\
 \tilde{9}\alpha &= [7 + 2\alpha, 11 - 2\alpha] & & \\
 & & & \dots\dots\dots (1)
 \end{aligned}$$

Nilai matriks perbandingan berpasangan  $\alpha$ -cut fuzzy kemudian diubah ke dalam nilai crisp dengan menggunakan persamaan:

$$\tilde{a}_{ij}^{\alpha} = w \tilde{a}_{ij}^{\alpha} + (1-w) \tilde{a}_{ij}^{\alpha}, \forall w \in [0,1] \dots\dots\dots (2)$$

Nilai  $w$  yang digunakan adalah 0,5, artinya nilai yang diberikan tidak terlalu optimis dan tidak terlalu pesimis. Vektor eigen atau tingkat kepentingan elemen dapat dihitung dengan menyelesaikan persamaan karakteristik matriks perbandingan  $\alpha$ -cut fuzzy kemudian memasukkan nilai eigen terbesar ke dalam persamaan berikut:

$$x_i = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{a_{ij}}{\sum_{j=1}^n a_{ij}}}{n} \dots\dots\dots (3)$$

Selanjutnya dilakukan normalisasi nilai  $x_i$  untuk memperoleh tingkat kepentingan pada elemen  $i$ . Selanjutnya diukur seberapa besar pakar konsisten untuk memberikan penilaian, dengan menggunakan persamaan berikut:

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} \dots\dots\dots (4)$$

Selain menghitung nilai CI juga memperhitungkan rasio tingkat konsisten penilaian pakar yaitu dengan menghitung nilai CR, dengan persamaan sebagai berikut:

$$CR = CI/RI \dots\dots\dots (5)$$

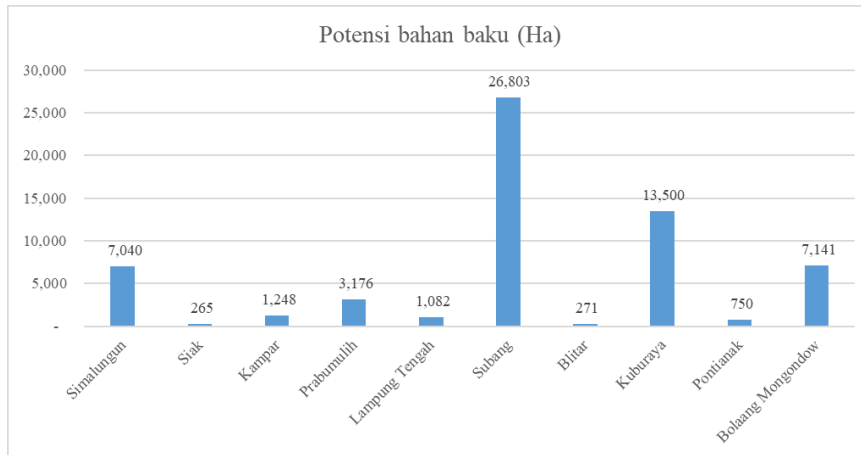
Hasil perhitungan  $\alpha$ -cut fuzzy,  $\lambda_{\max}$ ,  $x$ , CI, dan CR disajikan pada Tabel 1. Pada tabel dinyatakan bahwa semua hasil nilai fuzzy AHP telah konsisten, karena telah memenuhi persyaratan nilai  $CI < 0,1$ .

Tabel 1. Hasil perhitungan  $\alpha$ -cut fuzzy,  $\lambda_{\max}$ ,  $x$ , CI, dan CR

Uraian	$\lambda_{\max}$	CI	CR
Kriteria Alternatif	8,46	0,86	0,07
- Kriteria 1	7,58	0,09	0,07
- Kriteria 2	7,57	0,09	0,07
- Kriteria 3	7,46	0,08	0,06
- Kriteria 4	7,88	0,15	0,10
- Kriteria 5	7,51	0,09	0,06

Hasil perhitungan fuzzy AHP, diperoleh bahwa daun nanas memiliki bobot terbesar pertama (0,3368), abaca dengan bobot (0,2133), mendong dengan bobot (0,1451), kapas dengan bobot (0,1144), kenaf dengan bobot (0,0694), kapuk dengan bobot (0,0822), dan rami dengan bobot (0,0389). Oleh sebab itu, maka daun nanas terpilih untuk dijadikan bahan baku TPT yang berasal dari serat nabati.

Potensi bahan baku daun nanas tersebar di 10 sentra kebun nanas seperti disajikan pada diagram pareto di Gambar 4. Pada diagram ini tampak bahwa wilayah Subang Propinsi Jawa Barat memiliki potensi penghasil daun nanas terbesar.



Gambar 4. Diagram Pareto Potensi Bahan Baku Daun Nanas (BPS, 2016)

Penetapan rute terpendek dengan VRP, disajikan terlebih dahulu matriks jarak pada Tabel 2. Pada Tabel 2 terlihat bahwa depot daun nanas berasal dari Subang untuk didistribusikan pada 8 industri pengolah serat kering menjadi benang pada industri pemintalan benang yang tersebar di Propinsi Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur.

Tabel 2. Matriks Jarak

Matriks Jarak		Depot serat nanas	PT Apac Inti Corpora	PT. Unitex	PT. Primissima	PT INDIRAT EX SPINDO	PT INDUSTRI SANDANG NUSANTARA	PT JELITA ANUGERAH	PT PANGESTU SEGORO INDONESIA	PT RAMA GLORIA SAKTI TEXTILE
From/To		D	1	2	3	4	5	6	7	8
Depot serat nanas	D		402	183	428	768	765	682	687	732
PT Apac Inti Corpora	1	402		519	75.7	378	375	293	298	340
PT Unitex	2	183	519		558	899	895	813	818	860
PT Primissima	3	428	75.7	558		345	396	313	318	361
PT Indiratax Spindo	4	768	378	899	345		2.8	60.5	81.1	42.2
PT Industri Sandang Nusantara	5	765	375	895	396	2.8		58.2	78.8	40
PT Jelita Anugera	6	682	293	813	313	60.5	58.2		17.4	29.8
PT Pengestu Segoro Indonesia	7	687	298	818	318	81.1	78.8	17.4		48.4
PT Rama Gloria Sakti Textile	8	732	340	860	361	42.2	40	29.8	48.4	

Kendaraan yang mengangkut serat nanas kering adalah jenis Truk double 6 ban 110PS-130PS (6x2) dengan dimensi 18m<sup>3</sup> maksimum kapasitas daya angkut 8 ton. Banyaknya serat daun nanas kering yang harus didistribusikan untuk 8 industri pemintalan benang disajikan pada Tabel 3. Sedangkan penetapan jumlah kendaraan diperoleh berdasarkan persamaan (6). Sehingga diketahui bahwa total produk yang harus dikirim adalah 10,8 ton dengan kapasitas kendaraan 8 ton, maka jumlah kendaraan adalah 1,26 unit atau dibulatkan ke atas menjadi 2 unit kendaraan truk engkel. Untuk dapat melanjutkan perhitungan VRP, maka dibuatkan matriks jarak baru yang disajikan pada Tabel 4. Berdasarkan penetapan rute terpendek, maka diketahui bahwa rute terpendek adalah Depot (Subang)-Bogor-Yogyakarta-Semarang-Malang-Malang-Mojokerto-Depot (Subang)-Gresik-Pasuruan-Depot (Subang) dengan total jarak tempuh 4.034,4 km.

$$\text{Jumlah Kendaraan (v)} = \text{Total produk yang harus dikirim (q)} / \text{Kapasitas kendaraan (Q)} \dots\dots\dots (6)$$

Tabel 3. Jumlah Serat Daun Nanas Kering yang Harus Didistribusikan (dalam ton)

Industri	1	2	3	4	5	6	7	8
Kuantitas	1,04	1,33	1,22	1,35	1,38	1,30	1,36	1,10

Tabel 4. VRP Matriks Transportasi Serat Daun Nanas Kering

Depot serat nanas	D	Industri								Vehicle	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
PT Apac Inti Corpora	1	0	519	75.7	378	375	293	298	340	402	402
PT Unitex	2	519	0	558	899	895	813	818	860	183	183
PT Primissima	3	75.7	558	0	345	396	313	318	361	428	428
PT Indiratex Spindo	4	378	899	345	0	2.8	60.5	81.1	42.2	768	768
PT Industri Sandang Nusantara	5	375	895	396	2.8	0	58.2	78.8	40	765	765
PT Jelita Anugera	6	293	813	313	60.5	58.2	0	17.4	29.8	682	682
PT Pengestu Segoro Indonesia	7	298	818	318	81.1	78.8	17.4	0	48.4	687	687
PT Rama Gloria Sakti Textile	8	340	860	361	42.2	40	29.8	48.4	0	732	732
Vehicle	9	402	183	428	768	765	682	687	732	-	-
	10	402	183	428	768	765	682	687	732	-	-

Perhitungan selanjutnya adalah penetapan biaya komponen transportasi, yang terdiri dari biaya BBM, biaya operasional, biaya perawatan, biaya ban, biaya depresiasi, dan biaya perizinan (Supply Chain Indonesia, 2016). Tabel 5 akan menyajikan perbandingan antara biaya BBM dengan minimasi pengeluaran CO<sub>2</sub> dan tanpa minimasi emisi CO<sub>2</sub>.

Tabel 5. Perbandingan Biaya BBM dengan dan Tanpa Minimasi Emisi CO<sub>2</sub>

No.	Uraian	Minimasi CO <sub>2</sub>	Tanpa Minimasi CO <sub>2</sub>
1	Biaya BBM	4.536.326,67	4.345.518,96
2	Biaya perawatan	772,00	772,00
3	Biaya operasional	55.555,56	55.555,56
4	Biaya ban	100.482,00	100.482,00
5	Biaya depresiasi	347.222,22	347.222,22
6	Biaya perizinan	15.277,78	15.277,78
TOTAL	Per hari	5.805.915,22	5.615.107,51
	Per tahun	836.051.792,00	808.575.481,60

Efisiensi yang dapat dihasilkan dalam satu tahun adalah sebesar Rp.27.476.310,40 atau dalam persentase sebesar 3,29%. Setelah biaya optimum transportasi diketahui, maka akan dilanjutkan untuk menentukan penetapan total biaya logistik tahunan dengan persamaan (7) [12].

$$L = \frac{QC_h}{2} + \frac{RC_o}{Q} + F_y R_w, \dots\dots\dots (7)$$

Rekapitulasi hasil perhitungan untuk biaya simpan, biaya persediaan, dan biaya transportasi disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Biaya Logistik Tahunan

Variabel	Uraian	Nilai
Q	Jumlah pemesanan ekonomis	31.106,86 kg
R	Permintaan tahunan	1.451.455,00 kg/tahun
C <sub>h</sub>	Biaya simpan untuk satu unit selama 1 tahun	Rp.150.000/kg (Harga)  2% (Premi)
C <sub>o</sub>	Biaya sekali pesan	Rp.1.000.000/pesan
F <sub>y</sub>	Tingkat pengiriman	Rp.676,52/kg
R <sub>w</sub>	Bobot unit	10.076,39 kg
L	Biaya total logistik tahunan	100.842.415,62
	Biaya simpan	Rp.46.660.288,25
	Biaya pesan	Rp.46.660.288,25
	Biaya transportasi	Rp.6.816.839,11
	Biaya simpan produk <i>perishable</i>	Rp.705.000,00

Pengembangan studi yang dapat dilakukan dari makalah ini, adalah pengembangan model optimasi multi *objective* berbasis biaya transportasi, minimasi rute, minimasi biaya persediaan, dan minimasi *carbon foot print* dalam aplikasi sistem cerdas.

## Kesimpulan

Pendekatan VRP dapat membantu pengambil keputusan menetapkan rute terpendek dengan biaya minimum. Serat nabati yang berasal daun nanas dinyatakan terpilih sebagai bahan baku yang berpotensi untuk diolah menjadi TPT dengan bobot nilai *fuzzy* tertinggi, yaitu 33,68%.

Untuk pengiriman serat danun nanas kering dari depot di Subang Jawa Barat kepada delapan industri pemintalan benang. Rute terpendek adalah Depot (Subang)-BogorYogyakarta-Semarang-Malang-Malang-Mojokerto-Depot (Subang)-Gresik-Pasuruan-Depot (Subang) dengan total jarak tempuh 4.034,4 km. Efisiensi biaya transportasi dapat dilakukan dengan menjalankan strategi memonitor perilaku pengemudi melalui minimasi emisi CO<sub>2</sub>. Efisiensi sebesar 3,29% (Rp.27.476.310,40) dapat diperoleh melalui pengeluaran biaya transportasi sebesar Rp.808.575.481,60 per tahun.



Studi yang dilakukan pada makalah ini masih memiliki kelemahan, yaitu bahwa studi ini masih menggunakan data sekunder dalam mengaplikasikannya pada setiap algoritma, sehingga jika nanti diterapkan dalam kondisi nyata akan mengalami beberapa perubahan dan penyesuaian. Oleh sebab itu, pada publikasi selanjutnya akan dilakukan penelitian mendalam untuk mendapatkan data primer dari industri, sehingga seluruh data dapat diaplikasikan pada setiap algoritma seperti yang digunakan pada metode penelitian studi ini.

Peluang mengembangkan penelitian ini ke tingkat optimasi yang lebih kompleks dapat dilakukan untuk penelitian mendatang, melalui penggunaan algoritma metaheuristik [13].

## Daftar Pustaka

- [1] M. D. S. Leite, S. C. Santos, W. Roberto, and G. Junior, "Transportation Modal Choice in Coolant Importation through Total Costs Minimization: A Case Study," *Indep. J. Manag. Prod.*, pp. 714–728, 2016.
- [2] T. G. Crainic and G. Laporte, "Transportation in supply chain management: recent advances and research prospects," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 54, no. 2, pp. 403–404, 2016.
- [3] U. Klanšek, "Solving the nonlinear discrete transportation problem by MINLP optimization," *Transport*, vol. 29, no. 1, pp. 1–11, 2014.
- [4] G. B. Dantzig and J. H. Ramser, "The Truck Dispatching Problem," *Manage. Sci.*, vol. 6, no. 1, pp. 80–91, 1959.
- [5] G. Laporte, "What You Should Know about the Vehicle Routing Problem," *Inter Sci.*, vol. 55, no. April 2007, pp. 541–550, 2006.
- [6] T. Pichpibul and R. Kawtummachai, "A heuristic approach based on Clarke-Wright algorithm for open vehicle routing problem," *Sci. World J.*, vol. 2013, 2013.
- [7] S. Erdoğan and E. Miller-Hooks, "A Green Vehicle Routing Problem," *Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev.*, vol. 48, no. 1, pp. 100–114, 2012.
- [8] R. Eglese and T. Bekta, "Green Vehicle Routing," pp. 437–458, 2011.
- [9] A. Kicińska-Jakubowska, E. Bogacz, and M. Zimniewska, "Review of Natural Fibers. Part I- Vegetable Fibers," *J. Nat. Fibers*, vol. 9, no. 3, pp. 150–167, 2012.
- [10] L. S. Djaman, "Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional 2015 - 2035," pp. 1–98, 2015.
- [11] R. Purwati, Y. Arkeman, and T. C. Sunarti, "Strategi penyediaan bahan baku daun nenas untuk menunjang industri pemintalan benang," 2014.
- [12] S. R. Swenseth and M. R. Godfrey, "Incorporating transportation costs into inventory replenishment decisions," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 77, no. 2, pp. 113–130, 2002.
- [13] P. Korošec and G. Papa, "Metaheuristic approach to transportation scheduling in emergency situations," *Transport*, vol. 28, no. 1, pp. 46–59, 2013.