

## Pemodelan Lokasi-Alokasi Terminal Bahan Baku untuk Meminimasi Total Biaya Rantai Pasok pada Industri Produk Jadi Rotan

Yuniaristanto<sup>1</sup>, Wahyudi Sutopo<sup>2</sup>, Azizah Aisyati<sup>3</sup>

---

**Abstract:** In Surakarta and its surroundings (Solo Raya), there exists more than 400 Small-Medium Enterprises (SMEs) that produce finished products of rattan. Due to the high procurement cost as total operational cost of raw rattan distribution network from the sources, e.g. Borneo and Celebes to the rattan industries, the competitiveness of their products is lower than products from other countries. Therefore, to overcome the problem, those costs should be reduced for example by aggregating the demand of rattan industries. This police needs to be supported by the warehouse for storing and distributing raw rattan. Hence, this research aims to develop a facility location-allocation model so that total supply chain costs, including raw rattan procurement costs as well as facilities opening and closing costs can be minimized. The location-allocation model will be presented in a mixed integer non-linear programming model and solved using MS-Excel Solver. The results are number and location of the warehouse along with the raw rattan allocation in the warehouse to ensure raw rattan supply for rattan industries.

**Keywords:** Location-allocation model, total supply chain costs, rattan industries.

---

### Pendahuluan

Indonesia merupakan produsen utama dari 85% rotan di dunia dan sisanya 15% pasokan rotan dunia tersebar di banyak negara seperti Cina, Filipina, Myanmar, Vietnam, Afrika dan Amerika Selatan. Komoditi rotan dapat dijual dalam rotan mentah, produk rotan setengah jadi (pitrit, inti dan anyaman kulit), dan produk jadi seperti mebel untuk keperluan rumah tangga dan kantor, kerajinan tangan. Berbagai produk dari pengolahan rotan diekspor ke Eropa, Amerika Serikat, dan banyak negara di Asia dan Afrika (Asmindo [3]). Sebagian besar perusahaan rotan yang ada tersebar di Jawa dan berpusat di Jawa Barat khususnya Cirebon, Jawa Tengah khususnya Solo Raya dan Jawa Timur, khususnya Gresik.

Saat ini, terdapat sekitar lebih dari 400 perusahaan mebel dan kerajinan tangan yang memproduksi berbagai jenis mebel seperti kursi, meja, lemari, loker, peralatan rumah tangga (Sutopo [10]).

Terdapat sekitar 15 perusahaan yang termasuk dalam skala menengah atas; 20 perusahaan termasuk dalam kategori skala menengah, sementara sisanya berada dalam kategori skala kecil. Semua perusahaan ini mengekspor mebel dan kerajinan tangan lebih dari 120 kontainer setiap bulan, terutama ke Spanyol, Belanda, Inggris, Amerika Serikat, Australia dan beberapa negara di Asia.

Ekspor rotan pada 2007 menurun sekitar 40% dibandingkan dengan nilai ekspor pada tahun 2006 yang setara dengan US\$ 340 juta. Salah satu penyebab penurunan ekspor rotan adalah terbitnya Kebijakan Menteri Perdagangan No 12/2005 tentang pembukaan kembali keran ekspor rotan mentah ke negara lain, termasuk untuk para pesaing seperti Vietnam dan Cina. Kebijakan Menteri Perdagangan No 12/2005 memberikan dampak negatif untuk industri produk jadi rotan di Indonesia baik dari aspek iklim perindustrian dan daya saing industri (Sutopo [9]). Adapun dampak negatif yang muncul antara lain: (i) meningkatnya peta persaingan dengan negara lain sebagai produsen mebel rotan, (ii) menurunnya pasokan bahan baku rotan, (iii) menurunnya permintaan produk mebel rotan ke Indonesia karena Vietnam, Filipina, dan China juga memproduksi produk mebel rotan dimana bahan bakunya dipasok dari Indonesia, (iv) rendahnya pajak ekspor rotan mentah yaitu 15% sehingga mengakibatkan para petani lebih suka mengekspor rotan mentah daripada menjual di pasar domestik. Selain itu, harga rotan mentah untuk ekspor juga lebih murah dari-

---

<sup>1,2</sup> Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Industri, Lab. Sistem Logistik dan Bisnis, Universitas Sebelas Maret. Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126.

Email: yuniaristanto@gmail.com, sutopo@uns.ac.id

<sup>3</sup> Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Industri, Lab. Sistem Produksi, Universitas Sebelas Maret. Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126. Email: Aisyati@yahoo.com

Naskah masuk 2 September 2009; revisi1 4 Maret 2010; revisi2 7 April 2010; diterima untuk dipublikasikan 9 April 2010.

pada harga untuk industri produk jadi rotan domestik. Harga rotan mentah yang diekspor sekitar US\$ 0,68 per kg (sekitar Rp 6.400,-), sedangkan harga rotan mentah di pasar domestik sekitar Rp 8.000 per kg. Perbedaan harga ini terjadi karena pembeli asing membeli langsung ke petani rotan dalam jumlah yang besar sedangkan industri produk jadi rotan dalam negeri membeli rotan dari pedagang rotan mentah dalam jumlah yang lebih kecil. Selain itu, rantai pasok rotan dari petani ke industri produk jadi rotan domestik melalui beberapa tingkat yang mengakibatkan harga menjadi lebih tinggi.

Kondisi ini juga dialami oleh industri produk jadi rotan di Solo Raya. Di sisi lain, industri tersebut tidak didukung oleh adanya terminal bahan baku rotan seperti di Cirebon. Keberadaan terminal bahan baku juga dapat diharapkan untuk mengatasi kelangkaan bahan baku dan lonjakan harga. Industri produk jadi rotan di Solo Raya mengalami penurunan produksi dari tahun ke tahun disebabkan terjadinya kelangkaan bahan baku. Kelangkaan bahan baku membuat harga meningkat dan tidak stabil.

Berdasarkan penjelasan di atas, salah satu solusi alternatif untuk mengatasi masalah ini adalah pentingnya untuk memendekkan rantai pasok bahan baku, dengan membeli bahan baku rotan secara langsung ke petani rotan. Solusi alternatif ini dapat diaplikasikan dengan cara melakukan pengadaan bersama bahan baku rotan dalam jumlah tonase besar untuk memenuhi semua permintaan dari industri produk jadi rotan di Solo Raya. Langkah ini dapat terwujud jika didukung dengan tersedianya fasilitas yaitu terminal yang berperan sebagai penyangga ketersediaan bahan baku rotan di Solo Raya.

Makalah ini akan fokus pada desain jaringan rantai pasok bahan baku rotan, yaitu meliputi penentuan lokasi terminal dan alokasi bahan baku rotan dari terminal untuk setiap industri produk jadi rotan di Solo Raya.

**Metode Penelitian**

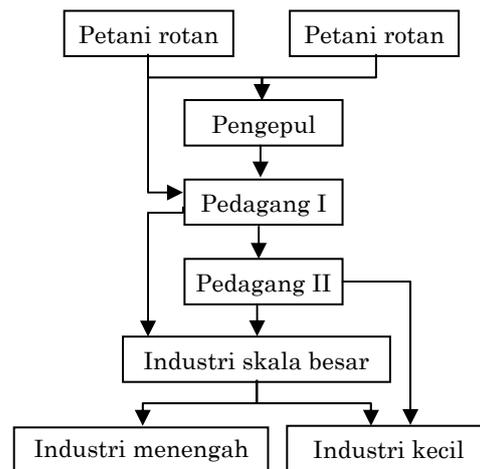
Pada metode penelitian ini akan dijelaskan deskripsi permasalahan yang ada sebagai dasar untuk merancang jaringan pasok, beserta dengan model matematikanya.

**Deskripsi Permasalahan**

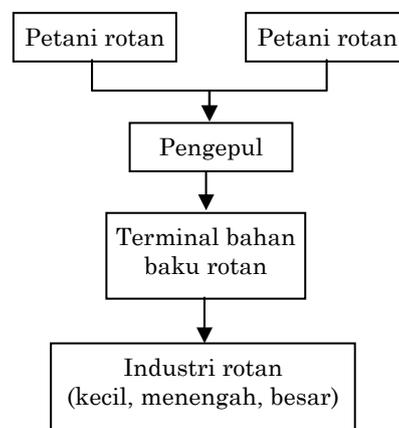
Rantai pasokan bahan baku rotan dari petani ke industri produk jadi rotan skala kecil di Solo Raya dapat dijelaskan pada Gambar 1 (Sutopo [10]).

Gambar 1 menunjukkan kegiatan utama dalam konteks rantai pasok rotan mentah dari petani rotan menuju industri produk jadi rotan di Solo Raya. Aktivitas pertama menyangkut budidaya rotan oleh petani. Ada banyak petani rotan di setiap desa di Kalimantan dan Sulawesi. Hasil panen rotan akan disetorkan petani kepada pengepul lokal. Selain pengepul lokal, pedagang tingkat pertama (Pedagang I) juga akan membeli rotan mentah dari petani dan pengepul lokal. Setelah dari pedagang tingkat pertama, rotan akan didistribusikan ke industri skala besar secara langsung ataupun melalui pedagang tingkat kedua (Pedagang II). Selanjutnya industri skala menengah akan membeli bahan baku rotan dari industri skala besar atau Pedagang II sedangkan industri skala kecil akan membeli bahan baku rotan dari industri skala besar. Pada Gambar 1 terlihat bahwa rantai pasok bahan baku rotan memiliki banyak tingkatan sehingga menyebabkan biaya pengadaan menjadi lebih tinggi.

Pada makalah ini akan diusulkan jaringan rantai pasok baru seperti pada Gambar 2. Jaringan rantai pasok ini akan mengurangi jumlah tingkatan dan



**Gambar 1.** Rantai pasok bahan baku awal



**Gambar 2.** Rantai pasok usulan dengan adanya terminal bahan baku.

juga perlu didukung dengan adanya terminal bahan baku rotan untuk menjamin pasokan bahan baku bagi industri produk jadi rotan di Solo Raya. Pengadaan akan dilakukan oleh terminal bahan baku kepada pengepul lokal dan kemudian bahan baku yang dikirim dari sumber akan disimpan sementara di terminal. Masing-masing pengepul lokal tentunya memiliki kapasitas pasokan terbatas. Bahan baku akan segera didistribusikan dari terminal menuju industri produk rotan sesuai dengan permintaan masing-masing industri. Terminal bahan baku memiliki fungsi untuk mendukung pengadaan bahan baku rotan dalam jumlah tonase besar sehingga dapat menjamin ketersediaan bahan baku rotan bagi banyak industri.

Ada beberapa lokasi terminal potensial yang akan dipertimbangkan dengan kapasitas terbatas. Lokasi terminal potensial tersebut meliputi Trangsan, Tembungan, Luwang, Grogol dan Baki (Veriawan *et al.* [11]). Demikian pula terdapat lima wilayah pemasok bahan baku rotan, antara lain Kalimantan Selatan, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, Makasar dan Gorontalo (Asmindo [3]). Peta alternatif lokasi terminal bahan baku dan wilayah pemasok bahan baku dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4. Bahan baku rotan yang dibutuhkan oleh industri terdiri dari empat jenis yaitu batang poles, hati (*core*), fitrit dan kulit (*peel*). Sistem pengadaan bahan baku rotan akan mengacu pada Gambar 2, dimana terdapat tiga tingkatan pasokan meliputi sumber (pengepul), terminal (fasilitas) dan sentra industri rotan. Setiap sumber dan terminal bahan baku mempunyai kapasitas tertentu, sedangkan sentra industri mempunyai tingkat permintaan yang dinamis untuk setiap tahunnya. Perencanaan lokasi dan alokasi ini akan disusun sampai dengan lima tahun mendatang. Selama horizon perencanaan ini dimungkinkan untuk membuka ataupun menutup terminal yang terpilih. Pada saat ada terminal yang dibuka untuk dioperasikan akan memicu adanya biaya operasional terminal. Berdasarkan deskripsi permasalahan tersebut maka dalam makalah ini akan dipertimbangkan perencanaan lokasi dan alokasi sampai lima tahun mendatang. Permasalahan ini termasuk pemodelan penentuan lokasi fasilitas dinamis, multi komoditas, dua tahap dengan batasan kapasitas.

Ada beberapa studi di permasalahan lokasi fasilitas. Aggarwal *et al.* [1] mengusulkan prosedur heuristik umum untuk multi-komoditas dengan aliran integer yang dapat dimanfaatkan untuk menyelesaikan permasalahan lokasi fasilitas dengan multi-komoditas. Pirkul dan Jayaraman [8], Jayaraman dan Pirkul [6] telah mengembangkan pendekatan heuristik yang didasarkan pada relaksasi Lagrange untuk permasalahan perancangan rantai pasok multi-tahap



● Alternatif Lokasi Terminal Bahan Baku

**Gambar 3.** Peta alternatif lokasi terminal bahan baku



■ Daerah Pemasok Bahan Baku Rotan  
● Industri Barang Jadi Rotan

**Gambar 4.** Peta wilayah pemasok bahan baku

dan multi-produk. Canel *et al.* [4] mengusulkan penyelesaian masalah lokasi fasilitas yang lebih komprehensif untuk kasus multi-tahap, multi-periode (dinamis), multi-komoditas dengan batasan kapasitas. Wouda *et al.* [12] menyajikan sebuah studi penelitian yang berkaitan dengan optimalisasi jaringan pasok dari Nutricia Hungaria dengan menggunakan model *mixed integer linear programming*. Riset ini berfokus pada konsolidasi dan spesialisasi produk dari pabrik-pabrik yang bertujuan untuk menentukan jumlah optimal pabrik, lokasi pabrik dan alokasi produksi pada pabrik tersebut dengan kriteria meminimalkan jumlah produksi dan biaya transportasi. Kloze dan Drexl [7] meninjau beberapa penelitian yang telah berkontribusi dengan membuat *state-of-the-art* dari model-model penentuan lokasi fasilitas. Fokusnya adalah pada asumsi dasar, model-model matematik dan

referensi khusus untuk pendekatan solusinya. Altiparmak *et al.* [2] mengusulkan suatu pendekatan heuristik baru didasarkan pada algoritma genetik untuk permasalahan perancangan rantai pasok multi-tahap dan multi-produk. Hinojosa *et al.* [5] menyelidiki model penentuan lokasi multi-komoditas multi-tahap dan dinamis dimana fasilitas potensial baru dapat dibuka dan fasilitas yang ada dapat ditutup.

Makalah ini akan menyajikan sebuah studi penelitian yang berkaitan dengan optimisasi jaringan pasok dari bahan baku rotan menggunakan model *mixed integer non-linear programming*. Tujuannya adalah untuk menentukan jumlah terminal yang optimal, lokasi terminal bahan baku yang perlu dibuka dan alokasi bahan baku rotan pada terminal tersebut dengan kriteria meminimasi total biaya rantai pasok.

### Model Matematika

Model ini bertujuan untuk menentukan lokasi terminal dan alokasi bahan baku rotan setiap terminal dengan mempertimbangkan batasan kapasitas terminal dan kapasitas pasokan. Pada penelitian ini diasumsikan bahwa permintaan bahan baku dari tiap zona industri deterministik dan dinamis selama horizon perencanaan dan kapasitas terminal mengacu pada kapasitas gudang bahan baku terbesar dari semua perusahaan rotan yang ada di Solo Raya.

Variabel keputusan dalam model lokasi alokasi ini sebagai berikut:

- $X_{ijlt}$  bernilai 1 jika bahan baku rotan  $l$  didistribusikan ke zona industri  $i$  dari terminal  $j$  yang dibuka pada periode  $t$  dan bernilai 0 jika sebaliknya.
- $Y_{jkl}$  total berat bahan baku rotan  $l$  yang dikirim menuju terminal  $j$  yang dibuka dari sumber  $k$  pada periode  $t$  (ton).
- $Z_{jt}$  bernilai 1 jika terminal  $j$  akan dibuka pada periode  $t$  dan bernilai 0 jika sebaliknya.

Notasi parameter yang digunakan adalah sebagai berikut:

- $W_{jt}$  kapasitas terminal  $j$  pada periode  $t$ .
- $S_{kt}$  kapasitas pasok sumber  $k$  pada periode  $t$ .
- $f_{jt}$  biaya operasional tetap terminal  $j$  pada periode  $t$ .
- $\alpha_{jt}$  biaya pembukaan terminal  $j$  pada periode  $t$ .
- $\beta_{jt}$  biaya penutupan terminal  $j$  pada periode  $t$ .
- $D_{ilt}$  permintaan (ton) jenis bahan baku rotan  $l$  dari setiap zona industri  $i$  pada periode  $t$ .
- $C_{ijlt}$  biaya transportasi bahan baku rotan  $l$  dari terminal  $j$  ke zona industri  $i$  pada periode  $t$ .
- $T_{jkl}$  biaya pengadaan bahan baku rotan  $l$  menuju terminal  $j$  dari sumber  $k$  pada periode  $t$ .

$W_t$  jumlah terminal maksimum yang dapat dibuka pada periode  $t$ .

Permasalahan pada makalah ini adalah untuk menentukan terminal yang akan dibuka. Suatu keputusan harus diambil untuk menentukan total berat bahan baku rotan yang harus diangkut dari sumber ke terminal dan total berat bahan baku rotan yang didistribusikan dari terminal yang dibuka berdasarkan permintaan dari tiap-tiap zona industri. Model tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$TC = \sum_t \left[ \sum_i \sum_j \sum_l C_{ijlt} D_{ilt} X_{ijlt} + \sum_j \sum_k \sum_l T_{jkl} Y_{jkl} + \sum_j f_{jt} Z_{jt} + \sum_j \alpha_{jt} Z_{jt} (1 - Z_{jt-1}) + \sum_j \beta_{jt} Z_{jt} (1 - Z_{jt+1}) \right]$$

Minimasi

Fungsi pembatas:

$$\sum_j X_{ijlt} = 1, \text{ untuk semua } i, l \text{ dan } t \quad (1)$$

$$\sum_i \sum_l D_{ilt} X_{ijlt} \leq Z_{jt} W_{jt}, \text{ untuk semua } j \text{ dan } t \quad (2)$$

$$\sum_j Z_{jt} \leq W_t, \text{ untuk semua } t \quad (3)$$

$$\sum_i D_{ilt} X_{ijlt} \leq \sum_k Y_{jkl}, \text{ untuk semua } i, l \text{ dan } t \quad (4)$$

$$\sum_j \sum_l Y_{jkl} \leq S_{kt}, \text{ untuk semua } k \text{ dan } t \quad (5)$$

$$X_{ijlt}, Z_{jt} \in (0,1), \text{ untuk semua } i, j, l \text{ dan } t \quad (6)$$

$$Y_{jkl} \geq 0, \text{ untuk semua } j, k, l \text{ dan } t \quad (7)$$

Model ini akan meminimasi jumlah dari biaya transportasi bahan baku rotan dari terminal menuju zona industri; biaya pengadaan tiap satuan volume dari setiap jenis rotan dari sumber menuju terminal; biaya tetap yang terkait dengan biaya operasional terminal serta biaya pembukaan dan penutupan terminal. Batasan (1) menjamin bahwa permintaan setiap zona industri hanya dipenuhi dari satu terminal. Batasan ini diperlukan untuk mempermudah koordinasi dan zonifikasi dari pendistribusian bahan baku. Batasan (2) menjamin bahwa permintaan dari setiap zona industri dan dipasok dari terminal yang dibuka tidak boleh melebihi kapasitas terminal. Batasan (3) memastikan bahwa jumlah terminal maksimum sejumlah  $W_t$ . Batasan ini diperlukan karena lokasi terminal yang potensial terbatas jumlahnya. Batasan (4) memastikan bahwa semua permintaan zona industri  $i$  untuk bahan baku rotan  $l$  akan seimbang dengan total volume bahan baku rotan yang tersedia di terminal  $j$  yang telah dikirim dari sumber yang ada. Batasan (5) merupakan batasan kapasitas sumber  $k$  berkaitan dengan jumlah permintaan yang dapat dipenuhi. Batasan (6) memberlakukan angka biner untuk variabel keputusan  $X_{ijlt}$  dan  $Z_{jt}$ . Batasan (7) mem-

berlakukan pembatasan non-negatif pada setiap variabel keputusan yang digunakan dalam model.

### Hasil dan Pembahasan

Desain rantai pasok yang diusulkan dapat dilihat pada Gambar 2. Pada struktur jaringan ini, terdapat lima lokasi sumber yang biasanya memasok industri produk jadi rotan di Solo Raya seperti Kalimantan Selatan, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, Makasar dan Gorontalo. Bahan baku yang dipasok terdiri dari empat jenis yaitu batang poles, hati, fitrit dan kulit. Bahan baku rotan akan didistribusikan ke industri produk jadi rotan di Solo Raya melalui terminal bahan baku. Terdapat lima lokasi yang potensi untuk dibukanya terminal bahan baku yaitu Trangsan, Tembungan, Luwang, Grogol dan Baki. Di sisi lain, terdapat lebih dari 400 industri produk jadi rotan di Solo Raya. Permintaan mereka akan diagregasikan menjadi enam zona industri yaitu Trangsan, Luwang, Grogol, Baki, Kartasura dan Surakarta berdasarkan sentra industri yang ada di Solo Raya. Pada penelitian ini diasumsikan bahwa permintaan industri produk jadi rotan akan meningkat sekitar 10% per tahun dan laju inflasi 10% per tahun sedangkan rencana kapasitas setiap terminal sebesar 30.000 ton per tahun. Laju inflasi ini akan mempengaruhi besarnya parameter biaya yang dipertimbangkan dalam model.

Data diperoleh dari Asosiasi Permebelan Indonesia, Dinas Perindustrian dan Perdagangan, Pemerintah Kabupaten Sukoharjo dan Pemerintah Kota Surakarta, dan Industri produk jadi rotan yang tersebar di Solo Raya. Model diolah dengan menggunakan Microsoft Excel Solver 9.0. Nilai-nilai solusi lokasi terpilih ditunjukkan pada Tabel 1.

Terminal di Baki harus dibuka dan dioperasikan pada awal sampai akhir periode perencanaan, sementara terminal di Grogol akan dibuka pada tahun keempat seiring meningkatnya permintaan dari industri produk jadi rotan yang sudah tidak dapat terpenuhi oleh terminal di Baki. Terminal yang dibuka akan melayani permintaan zona industri seperti dapat dilihat pada Tabel 2. Solusi untuk variabel keputusan alokasi bahan baku rotan yang dikirim dari sumber menuju terminal dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 1.** Lokasi terminal yang dibuka

Terminal	Tahun				
	I	II	III	IV	V
Grogol	-	-	-	buka	buka
Baki	buka	buka	buka	buka	buka
Trangsan	-	-	-	-	-
Tembungan	-	-	-	-	-
Luwang	-	-	-	-	-

**Tabel 2.** Zona industri yang dilayani oleh terminal yang dibuka

Tahun	Terminal	
	Baki	Grogol
I	Melayani Trangsan, Luwang, Baki, Grogol, Kartasura dan Surakarta	-
II	Melayani Trangsan, Luwang, Baki, Grogol, Kartasura dan Surakarta	-
III	Melayani Trangsan, Luwang, Baki, Grogol, Kartasura dan Surakarta	-
IV	Melayani Trangsan, Baki, Luwang, Surakarta	Melayani Trangsan, Luwang, Grogol, Kartasura, Surakarta
V	Melayani Trangsan, Baki, Luwang	Melayani Trangsan, Luwang, Grogol, Kartasura dan Surakarta

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa pada tahun pertama sampai dengan tahun ketiga terminal Baki akan melayani permintaan dari zona industri Trangsan, Luwang, Baki, Grogol, Kartasura dan Surakarta, sedangkan pada tahun keempat dan kelima hanya melayani zona industri Trangsan, Luwang, dan Baki. Sedangkan untuk permintaan dari zona industri Grogol, Kartasura, dan Surakarta akan dilayani oleh terminal Grogol. Hal ini terjadi karena pada tahun keempat dan kelima terminal Baki sudah tidak mampu memenuhi permintaan dari keenam zona industri yang ada. Pada Tabel 3. ditunjukkan bahwa pada tahun pertama, kebutuhan terminal Baki dipasok dari Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Kalimantan Tengah dan Gorontalo. Pada tahun kedua sampai dengan kelima, Makasar mulai memasok bahan baku ke Baki disebabkan oleh meningkatnya permintaan industri rotan sebesar 10% per tahun. Pada tahun keempat Gorontalo tidak memasok bahan baku rotan. Sebagian besar bahan baku rotan dipasok dari Kalimantan Selatan, Kalimantan Tengah dan Kalimantan Timur disebabkan karena biaya pengadaan dari ketiga wilayah tersebut lebih rendah dari kedua wilayah lainnya.

Solusi untuk variabel keputusan alokasi bahan baku rotan yang dikirim dari terminal ke zona industri dapat dilihat pada Tabel 4. Pada Tabel 4. Ditunjukkan bahwa pada tahun pertama sampai dengan tahun ketiga, kebutuhan semua jenis bahan baku rotan dari keenam zona industri dipasok hanya dari terminal Baki. Pada tahun keempat kebutuhan dari zona industri Trangsan, Luwang dan Baki dipasok dari terminal Baki; sedangkan sebagian kebutuhan

**Tabel 3.** Alokasi rotan yang dikirim dari sumber menuju terminal (ton)

Tahun	Terminal	Jenis rotan	Sumber bahan baku				
			Kalimantan Selatan	Kalimantan Tengah	Kalimantan Timur	Makasar	Gorontalo
I	Baki	batang	2800	5200	5200	0	0
		hati	0	3600	0	0	0
		fitrit	800	0	0	0	4000
		kulit	2400	0	0	0	0
II	Baki	batang	5920	6160	0	2440	0
		hati	0	0	0	0	3960
		fitrit	80	0	5200	0	0
		kulit	0	2640	0	0	0
III	Baki	batang	192	8800	5084	0	1896
		hati	0	0	116	4240	0
		fitrit	5808	0	0	0	0
		kulit	0	0	0	0	2904
IV	Baki	batang	0	8800	4377	1757,0	0
		hati	2531	0	823	399,6	0
		fitrit	3469	0	0	1535,0	0
		kulit	0	0	0	303,4	0
	Grogol	batang	0	0	0	1757,0	0
		hati	0	0	0	798,4	0
		fitrit	0	0	0	1064,7	0
		kulit	0	0	0	2731,6	0
V	Baki	batang	0	0	1932,7	0	0
		hati	0	0	2635,0	0	0
		fitrit	4919	0	702,7	0	0
		kulit	0	0	351,4	0	0
	Grogol	batang	1081	8800	3092,0	1554	2867
		hati	0	0	0	2635	0
		fitrit	0	0	0	1405	0
		kulit	0	0	0	3163	0

**Tabel 4.** Alokasi rotan yang dikirim dari terminal ke zona industri (ton)

Tahun	Terminal	Jenis rotan	Zona industri					
			Trangsas	Luwang	Baki	Grogol	Kartasura	Surakarta
I	Baki	batang	5280	3960	1320	1320	660	660
		hati	1440	1080	360	360	180	180
		fitrit	1920	1440	480	480	240	240
		kulit	960	720	240	240	120	120
II	Baki	batang	5808	4356	1452	1452	726	726
		hati	1584	1188	396	396	198	198
		fitrit	2112	1584	528	528	264	264
		kulit	1056	792	264	264	132	132
III	Baki	batang	6388,8	4791,6	1597,2	1597,2	798,6	798,6
		hati	1742,4	1306,8	435,6	435,6	217,8	217,8
		fitrit	2323,2	1742,4	580,8	580,8	290,4	290,4
		kulit	1161,6	871,2	290,4	290,4	145,2	145,2
IV	Baki	batang	6590,0	4941,0	1757,0	0	823,0	823,0
		hati	1916,6	1437,4	399,6	0	0	0
		fitrit	2555,6	1916,4	532,3	0	0	0
		kulit	0	0	303,4	0	0	0
	Grogol	batang	0	0	0	1757,0	0	0
		hati	0	0	0	399,6	199,4	199,4
		fitrit	0	0	0	532,3	266,2	266,2
		kulit	1214,6	911,1	0	303,4	151,2	151,2
V	Baki	batang	0	0	1932,7	0	0	0
		hati	2108,0	0	527,0	0	0	0
		fitrit	2811,0	2108,0	702,7	0	0	0
		kulit	0	0	351,4	0	0	0
	Grogol	batang	7730,8	5798,2	0	1932,7	966,3	966,3
		hati	0	1581,0	0	527,0	263,5	263,5
		fitrit	0	0	0	702,7	351,3	351,3
		kulit	1405,6	1054,2	0	351,4	175,7	175,7

**Tabel 5.** Total biaya rantai pasok (juta Rp)

Terminal	Tahun I	Tahun II	Tahun III	Tahun IV	Tahun V
Biaya transportasi rotan dari terminal ke zona industri	Rp 1.687,2	Rp 1.948,7	Rp 2.250,8	Rp 2.601,4	Rp 3.021,8
Biaya pengadaan rotan dari sumber ke terminal	Rp 156.684,0	Rp 181.366,9	Rp 209.895,5	Rp 230.142,4	Rp 279.849,8
Biaya operasional terminal	Rp 147,6	Rp 162,4	Rp 178,6	Rp 392,9	Rp 432,2
Biaya pembukaan terminal	Rp 3.989,6	Rp 0	Rp 0	Rp 4.500,0	Rp 0
Total biaya rantai pasok	Rp 162.508,4	Rp 183.478,0	Rp 212.324,9	Rp 237.636,7	Rp 283.303,8

zona industri Trangsan dan Luwang serta seluruh kebutuhan zona industri Grogol, Kartasura, dan Surakarta dipasok dari terminal Grogol. Hal ini disebabkan karena biaya transportasi dari terminal menuju zona tersebut paling rendah. Pada tahun kelima, sebagian besar kebutuhan dari keenam zona industri tersebut mulai dipasok dari terminal Grogol. Hal ini disebabkan karena pada tahun keempat masih terdapat beban biaya pembukaan terminal di Grogol yang tinggi sehingga sebagian besar pasokan masih berasal dari terminal Baki. Sedangkan pada tahun kelima biaya pembukaan terminal Grogol sudah tidak dibebankan lagi dan hanya ada beban biaya operasional terminal.

Semua hasil pada Tabel 1, 2, 3 dan 4 merupakan solusi dari variabel keputusan pada model lokasi-alokasi bahan baku rotan. Berdasarkan ketiga variabel keputusan tersebut dapat dihitung masing-masing komponen biaya dan total biaya rantai pasok dan hasilnya ditunjukkan pada Tabel 5.

Pada Tabel 5. dapat dilihat bahwa pada tahun pertama sampai dengan tahun kelima akan terjadi kenaikan total biaya rantai pasok. Hal ini disebabkan karena adanya asumsi terkait dengan kenaikan permintaan industri dan kenaikan inflasi yang besarnya masing-masing 10% per tahun. Adanya terminal bahan baku diharapkan akan memotong tingkatan rantai pasok bahan baku rotan sehingga dapat diperoleh biaya pembelian dan biaya transportasi dari sumber menuju industri yang lebih rendah.

### Simpulan

Pada makalah ini telah diusulkan jaringan rantai pasok yang melibatkan terminal bahan baku rotan dalam rangka mengatasi kelangkaan bahan baku dan lonjakan harga bagi industri produk jadi rotan di Solo Raya. Hasil dari penelitian ini adalah model matematis *mixed integer non-linear programming* yang berkaitan dengan optimisasi rantai pasok untuk bahan baku rotan. Model usulan tersebut dapat digunakan untuk menentukan jumlah dan lokasi terminal yang optimal dan alokasi bahan baku rotan pada terminal tersebut dengan kriteria minimasi total biaya rantai pasok. Model usulan

telah mempertimbangkan adanya pemecahan masalah dalam dua tahap, bahan baku rotan multi komoditi (jenis), rentang perencanaan dalam multi-periode dan dibatasi oleh kapasitas pasokan dan kapasitas terminal. Dari studi kasus industri produk jadi rotan di Solo Raya, lokasi terminal yang akan dibuka adalah di Baki sejak periode awal kemudian di Grogol yang akan dibuka pada tahun keempat. Terminal bahan yang dibuka akan memasok bahan baku bagi enam zona industri produk jadi rotan di wilayah Solo Raya.

Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar pengambil kebijakan khususnya bagi Dinas Perindustrian dan Perdagangan, Pemerintah Kabupaten Sukoharjo dan Pemerintah Kota Surakarta. Namun demikian, jika model usulan ini akan diimplementasikan maka masih memiliki batasan khususnya terkait dengan fungsi aplikasi model secara praktis. Untuk itu, penelitian ini akan dilanjutkan dengan mengembangkan sistem pendukung keputusan (SPK) untuk membantu aplikasi dari model tersebut dan untuk menjawab permasalahan lokasi-alokasi terminal bahan baku secara lebih umum. Selain itu, model matematis yang telah diusulkan juga dapat dikembangkan dengan mempertimbangkan berbagai permasalahan lain yang berdampak pada kelangkaan bahan baku dan lonjakan harga bagi industri produk jadi rotan di Solo Raya. Permasalahan tersebut antara lain kebijakan lokasi-alokasi fasilitas, kebijakan inventori, dan kebijakan rute pengiriman dari suatu terminal bahan baku.

### Ucapan Terima Kasih

Para penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak untuk komentar dan rekomendasi untuk perbaikan penelitian ini. Akhirnya, penulis mengucapkan terima kasih pada Direktorat Pendidikan Tinggi dalam Program Penelitian Hibah Bersaing 2009 (DIPA UNS, No.0162.0/023-04.2/XIII/2009) untuk mendukung penelitian ini.

### Daftar Pustaka

1. Aggarwal, A. K., Oblak, M. and Vemuganti, R. R., A Heuristic Solution Procedure for Multi Commodity Integer Flows, *Computers and*

- Operations Research*, 22(10), 1995, pp. 1075-1088.
2. Altiparmak, F., Gen, M. and Lin, L., A Genetic Algorithm for Supply Chain Network Design, *Proceedings of the 35th International Conference on Computers and Industrial Engineering*, Istanbul, Turkiye, 2005, pp. 111-116.
  3. Asmindo/Indonesia Furniture Association *Overview Market Rattan Product and Outlook for the Furniture*, 2007.
  4. Canel, C., Khumawala, B. M., Law, J. and Loh, A., An Algorithm for the Capacitated, Multi Commodity Multi-Period Facility Location Problem, *Computers and Operations Research*, 28, 2001, pp. 411-427.
  5. Hinojosa, Y., Kalcsics, J., Nickel, S., Puerto, J. and Velten, S., Dynamic Supply Chain Design with Inventory, *Computer Operational Research*. 35(2), 2008, pp. 373–391.
  6. Jayaraman, V., and Pirkul, H., Planning and Coordination of Production and Distribution Facilities for Multiple Commodities, *European Journal of Operational Research*, 133, 2001, pp. 394-408.
  7. Klose, A. and Drexler, A., Facility Location Models for Distribution System Design, *European Journal of Operational Research*, 162(1), 2005, pp. 4-29.
  8. Pirkul, H. and Jayaraman, V., A Multi-Commodity, Multi-Plant, Capacitated Facility Location Problem: Formulation and Efficient Heuristic Solution, *Computers & Operations Research*, 25(10), 1998, pp. 869-878.
  9. Sutopo, W., Report on Survey on Regulations and Policies Affecting Rattan Furniture Production. (Baseline study on the Rattan Furniture Sector for case study in Surakarta and surrounding districts), *Working Paper*, Kerjasama dengan Regional Economic Development (RED) dan GTZ, 2006.
  10. Sutopo, W., Mapping of Global Logistics Operating Systems in Indonesia: Rattan Industry Case Study, *Working Paper in Indonesia*, Laboratorium Sistem Logistik dan Bisnis, Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret, 2007.
  11. Veriawan, H., Muhammad, A. I. dan Wahyuni, L., Penentuan Lokasi Terminal Bahan Baku Untuk Meningkatkan Daya Saing Industri Barang Jadi Rotan, *Laporan PKMP DIKTI*, 2009.
  12. Wouda, F. H. E., Van Beek, P., Van der Vorst, J. G. A. J. and Tacke, H., An Application of Mixed Integer Linear Programming Models on the Redesign of the Supply Network of Nutricia Dairy Drinks Group in Hungary, *OR Spectrum*, 24, 2002, pp. 449-465.