

MODEL PENGAMBILAN KERTAS BEKAS UNTUK PERUSAHAAN DAUR ULANG KERTAS

Sawaludin, M.K. Herliansyah

Pascasarjana Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
Jalan Grafika No.2, Kampus UGM, Yogyakarta 55281
E-mail: Sawaludin@gmail.com

Abstrak

Kebutuhan kertas daur ulang untuk industri kertas nasional pada masa sekarang sekitar 6,5 juta ton pertahun, dengan perbandingan 4,2 juta ton(65%) dipasok dari pengumpulan kertas bekas lokal, sisanya 2.4 juta ton (35%) masih impor, penggunaan kertas daur ulang dimulai dengan cara mengambil kertas layak guna dengan tujuan menekan biaya produksi. Biaya operasional yang mencapai 20 % dari total biaya sehingga memerlukan strategi dalam pengambilan kertas ke pelanggan untuk mengurangi biaya operasional yang ada.

Biaya Operasional dalam pengambilan kertas meliputi biaya bahan bakar, pelumas, ban, suku cadang, montir, upah awak truk, penyusutan serta biaya overhead. Berdasarkan pemetaan dengan menggunakan strategi pemilihan rute dengan nearest neighbour menunjukkan bahwa sebagian besar pelanggan ada di daerah Sleman dan Kota Yogyakarta. Proses perhitungan dari hasil pemetaan dari titik pelanggan dilakukan dengan menghitung jarak dan juga rute yang dilalui kemudian dihitung biaya yang dikeluarkan dalam setiap pengambilan kertas bekas pada pelanggan.

Berdasarkan analisis pengambilan kertas bekas yang membandingkan sistem nyata dengan simulasi menunjukkan bahwa biaya operasional dalam simulasi lebih rendah dibandingkan dengan biaya riil perusahaan. Idealnya perusahaan dapat menurunkan biaya operasional pengambilan 3 hari sebesar 15.05% dan pengambilan 7 hari penurunan sebesar 10.08%, tetapi untuk pengambilan 5 hari lebih baik dari pengambilaan saat ini yaitu sebesar 3.21%.

Kata Kunci : *Linear Programming, Logistik, Reverse, VRP*

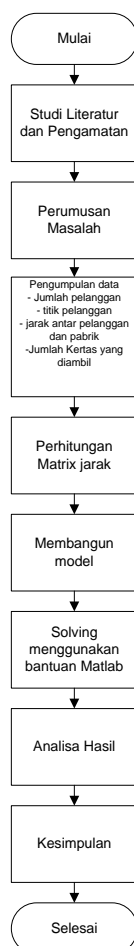
1. PENDAHULUAN

Produksi kertas di Indonesia pada masa sekarang mencapai 12 juta ton pertahun hasil dari produksi tersebut guna memenuhi pasar dunia sebesar 60% sisanya untuk pasar dalam negeri Kemenprin (2017), penggunaan kertas di Indonesia menurut Kementerian Perindustrian sekitar 35.6Kg/perkapita pertahun dan penggunaan kertas memiliki kecenderungan meningkat 4%-5% pertahun, kebutuhan akan kertas daur ulang untuk industri kertas nasional pada masa sekarang sekitar 6,5 juta ton pertahun, dengan perbandingan 4,2 juta ton(65%) dipasok dari pengumpulan kertas bekas lokal, sisanya 2.4 juta ton (35%) masih impor menurut *roadmaps* Industri pulp dan kertas kementerian perindustrian (2012). Proses penggunaan kembali kertas daur ulang dimulai dengan cara melakukan pengambilan kertas bekas pada konsumen yang masih layak untuk di daur ulang dengan tujuan untuk menekan ongkos produksi dari perusahaan, sistem daur ulang kertas menggunakan *reverse supply chain*, *reverse supply chain* menurut Guide & Van Wassenhove (2002) adalah rantai pasok terbalik yang mengacu pada "rangkaiian kegiatan yang dibutuhkan untuk mengambil produk yang digunakan dari pelanggan dengan tujuan membuang atau menggunakan kembali (*recycle*). Batasan kapasitas yang dimiliki oleh kendaraan operasional dari sebuah perusahaan yang digunakan untuk pengambilan kertas bekas maka perlu adanya pertimbangan yang tepat dalam pemilihan rute pengambilan kertas bekas, penelitian yang dilakukan Szetoo dkk (2011) menunjukkan bahwa perhitungan *capacity vehicle routing problem* dengan menggunakan program komputasi hasilnya lebih baik dari proses yang di lakukan dari model saat ini, Penelitian ini berfokus pada pendekatan optimasi logistik daur ulang kertas guna menentukan strategi jangka panjang dengan melihat batasan kapasitas dari kendaraan operasional yang digunakan

2. METODOLOGI

Objek dalam penelitian ini adalah aliran rantai pasok perusahaan daur ulang kertas UD Sregep yang berada di kabupaten Sleman, proses pengambilan kertas bekas yang dilakukan oleh perusahaan ke pelanggan menggunakan kendaraan yang di miliki oleh perusahaan dengan sistem rantai pasok terbalik (*reverse system*).

Reverse system tersebut digunakan untuk menganalisis seluruh rangkaian pengambilan kertas bekas pada seluruh pelanggan yang dilakukan oleh perusahaan dengan dibatasi oleh kapasitas dari kendaraan yang digunakan.

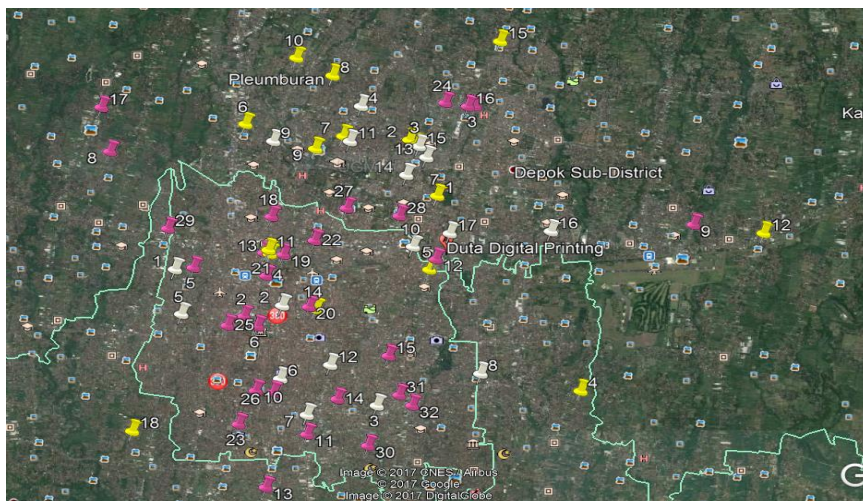


Gambar 1 *Flowchart* Tahapan Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan model matematis untuk pengambilan kertas bekas pada perusahaan daur ulang kertas pada saat ini yang mempunyai sistem pengambilan pelanggan akan menghubungi terlebih dahulu atau perusahaan yang menghubungi ke pelanggan, selanjutnya dalam proses pengambilan perusahaan akan membawa timbangan sehingga proses transaksi pembayaran di lakukan langsung pada saat pengambilan kertas bekas di pelanggan

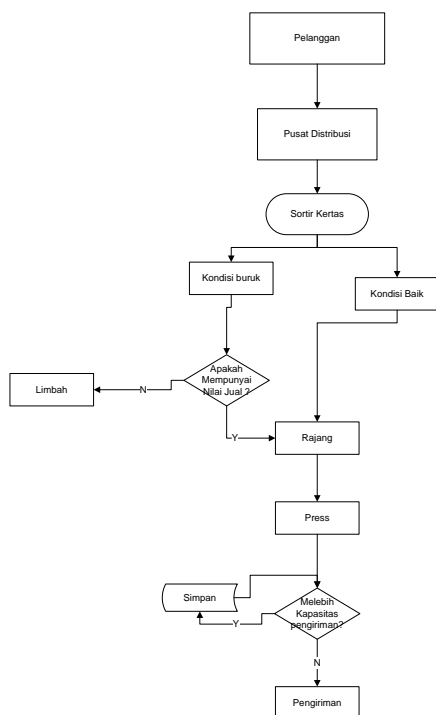
Pemetaan di lakukan dengan menggunakan bantuan *software google earth* dengan menandai titik titik lokasi dari pemasok langganan yang sudah rutin di lakukan pengambilan oleh perusahaan UD Sregep. Pin berwarna kuning bertanda bahwa pemasok yang rutin pengambilan 3 hari sekali, untuk warna pink dilakukan pengambilan 5 hari sekali dan warna putih di lakukan pengambilan 7 hari sekali. untuk penyebaran merata di seluruh Propinsi Yogyakarta dan terbanyak pada Sleman dan Kota Yogyakarta.



Gambar. 2 Pengambilan seluruh titik

3.1 Karakteristik Sistem

Karakterisasi Sistem perusahaan di gunakan untuk mengetahui alur yang ada pada perusahaan, yang di gambarkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Karakteristik Sistem Pengambilan Kertas bekas

Perhitungan rute sesuai data observasi, pada pengambilan 3 hari

Perhitungan manual sesuai data dari observasi untuk pengambilan di dapatkan nilai yang ada pada pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengambilan 3 hari

No	Rute	Kapasitas yang diambil (Kg)	Jarak tempuh (Km)
1	0-4-5-0	865	30.2
2	0-17-18-0	680	57.3
3	0-6-8-10-0	945	40.2
4	0-1-9-7-0	1090	22.4
5	0-3-2-0	860	17
6	0-16-15-0	800	27.6
7	0-14-13-11-0	955	21.5
8	0-12-0	670	17
TOTAL Jarak			233.2

3.2 Formulasi Model Matematis

Model matematis di lakukan untuk melakukan perhitungan jarak antara pelanggan dan pelanggan serta pelanggan ke perusahaan dengan tujuan menentukan rute yang terbaik untuk pengambilan kertas bekas guna membandingkan pengambilan kertas bekas yang diterapkan perusahaan

Fungsi Tujuan

$$\text{Min } Z = \sum_{ijk} X_{ijk} \cdot D_{ijk} \quad (1)$$

Konstrain :

$$\sum_{i=0}^N \sum_{k \neq j}^K X_{ijk} = 1 \quad (2)$$

$$\sum_{j=0}^N \sum_{k \neq i}^K X_{ijk} = 1 \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^n X_{0jk} = 1 \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^N X_{i0k} = 1 \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^N X_{ijk} \cdot P_j \leq \text{Cap } k \quad (6)$$

$$\sum_{i=0}^N X_{ikr} = \sum_{j=0}^N X_{ljk} \quad (7)$$

Keterangan:

I, j = index dari Node, $i, j = 0, 1, 2, \dots, N$

k = index dari kendaraan ke -, $k = 1, 2, 3, 4, 5$

D_{ijk} = jarak untuk menempuk lokasi pelanggan I ke pelanggan j menggunakan kendaraan k

$X_{ijk} = 1$, lintasan jalan ij dilalui oleh kendaraan k, 0 jika lintasan jalan ij tidak dilalui oleh kendaraan k

Fungsi tujuan (5.1) dari permasalahan VRP ini adalah untuk meminimalkan total jarak yang di tempuh oleh kendaraan. Pada konstrain (5.2) dan (5.3) memastikan hanya satu kendaraan yang datang dan pergi dari konsumen itu, konstrain (5.4) dan (5.5) memastikan rute di mulai dari

pabrik dan berakhir di parbik sedangkan (5.6) untuk (5.7) yaitu konstrain berkelanjutan dari setiap pengambilan barang dari titik pertama hingga kendaraan kembali ke perusahaan.

Mensimulasikan rute observasi pada pengambilan 3 hari

Perhitungan simulasi dengan bantuan *software* matlab dengan pendekatan *nearest neighbour* di dapatkan rute untuk pengambilan seperti Tabel 2.

Tabel 2 Pengambilan 3 hari hasil simulasi

No	Rute	Kapasitas yang diambil (Kg)	Jarak tempuh (Km)
1	0-10-8-6-7-0	1155	15.6
2	0-5-1-0	1070	18.2
3	0-9-2-17-14-0	1195	62.8
4	0-3-12-0	1060	28.4
5	0-11-13-0	900	17.8
6	0-16-15-4-0	1145	44.2
7	0-18-0	340	30.8
Total Jarak			217.8

3.3 Menghitung Biaya Operasional

Biaya Operasional yang di maksud adalah biaya perhitungan operasional untuk setiap satu kilometer guna untuk membandingkan antara pengambilan pada perusahaan pada saat sekarang dengan hasil simulasi yang dilakukan. Biaya Operasional kendaraan meliputi bahan bakar, pelumas, ban, suku cadang, montir, upah awak truck, penyusutan serta biaya *overhead* (*The Asia Foundation*, 2008).

Total perhitungan untuk biaya operasional kendaran dengan menggunakan mobil Mitsubshi L 300 setelah di *konvert* perkilometer dapat di lihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Biaya Operasional

NO	Kebutuhan Operasional	Rasio/Massa pakai	Harga	Perkm/Rupiah
1	BBM	1:10	5500/bensin	550
	Pelumas			
2	Mesin	7500km	250.000/Pertamina	33.3
3	Transmisi	10000km	90.000/Mobilube/1liter	9
4	Gardan	15000km	147.500/Mobilube/1.5liter	9.8
			650000/buah/Bridgestone	
5	Ban	40000km	Duravis	65
6	Suku Cadang		200/km	200
7	Montir	50000km	200000/kebengkel	4
8	Upah awak truk	48000/Trip	2.000.000/Bulan	
9	Penyusutan	25 km	50000/hari	2000
10	Overhead			500
Biaya PerKM tanpa upah awak truk				3371.1

Di karenakan upah awak truk yang digunakan pada biaya operasional bersifat deterministik (tidak terpengaruhi dalam setiap pengambilan kertas, maka untuk biaya upah awak truk tidak di ikut sertakan dalam perhitungan biaya operasional.

Perbandingan Total Biaya Operasional saat ini dengan perhitungan simulasi

Rekapitulasi perbandingan antara biaya operasional saat ini dihitung dengan smenghitung total kilometer yang dilalui ditambah jumlah trip/rute yang di ambil dengan hasil rute yang di peroleh dari hasil simulasi ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Biaya Operasional

No	Pengambilan	Jumlah Pengambilan		Total Jarak(km)		Total Biaya Operasional	
		Sistem Nyata	Simulasi	Sistem Nyata	Simulasi	Sistem Nyata	Simulasi
1	3 hari	8	7	233.3	217.8	786.477,63	734.225,58
2	5 hari	8	6	241.15	248.65	812.940,765	838.224,015
3	7 hari	6	4	151.3	136.3	510.047.43	459.480.93

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa penelitian ini mampu membandingkan nilai dari sistem nyata yang dilakukan oleh perusahaan dengan hasil simulasi, Perbandingan biaya operasional dengan sistem saat ini dibandingkan dengan simulasi yang dilakukan, terjadi penurunan biaya operasional untuk pengambilan 3 hari sebesar 15.05%, dan pengambilan 7 hari penurunan sebesar 10.08%. sedangkan untuk biaya pengambilan 5 hari hasilnya lebih baik dari sistem pengambilan sekarang dengan perbedaan sebesar 3.21%

DAFTAR PUSTAKA

- Ballou, R.H., 2004, *Business Logistics: Supply Chain Management*, Prentice hall New Jersey.
- Chopra S & Meindl P., 2007, *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation*, Prentice hall New Jersey.
- Fahimnia, B., Sarkis, J., Dehghanian, F., 2013, The impact of carbon pricing on closed-loop supply chain: an Australian case study. *Journal of Cleaner Production*, **59**, 210–225.
- Govindan, K., Soleimani, H., Kannan, D., 2015, Reverse logistics and closed loop supply chain: a comprehensive review to explore the future *Europe Journal Operation Riset*, **240** (3), 603–626.
- Guide dan Van Wassenhove., 2002, The reverse supply chain, *Harvard bussines review*, Harvard University, Cambridge.
- Hershkowitz, A., 2002, *Bronx ecology*, Islan Press, Washington DC.
- Hickford, A.J., and Cherrett, T.J., 2007, Green Logistics: Developing Innovative and More Sustainable Approaches to Reverse Logistics and the Collection, Recycling and Disposal of Waste Products from Urban Centres, *Transportation Research Group*, University of Southampton, Southampton.
- Jalili Ghazi Zade dan M oori, R., 2008, Prediction of municipal solid waste generation by use of artificial neural network: A case study of Mashhad. *International Journal Environ Rescue*, **2** (1), 13-2.
- Kementrian Perindustrian, 2017, Berita Industri, <http://www.kemenperin.go.id/artikel/8421/Kapasitas-Produksi-Kertas-dan-Bubur-Kayu-Bakal-Naik-di-2017> (online accessed: October 1st 2017)
- Kementrian Perindustrian, 2012, *Roadmaps Industri Pulp dan kertas tahun 2012*, Kementrian Perindustrian, Jakarta.
- Listes, O., 2007, A generic stochastic model for supply-and-return network design, *Journal Computers and Operations Research*, **32** (2), 417-442.
- Lumms R.R., Krumwiede D.W. and Vokurka R.J., 2001, The Relationship of Logistics to Supply Chain Management: developing a common industry definition, *Journal Industrial Management & Data Systems*, **101** (8), 426-32.
- Nenes, G., dan Nikolaidis, Y., 2012, A Multi-Period Model for Managing used Product Returns, *International Journal of Production Research*, **50**, 1360-1376.
- Ninlawan, C., Seksan, P., Tossapol, K., and Pilada, W., 2010, The Implementation of Green Supply Chain Management Practices in Electronics Industry, *Proceeding of the International Multi Convergence of Engineers and Computer Scientists*, **3**, 13-15.
- Nurjanni, K.P., dan Fauzun, 2013, *Green Supply Chain Design Using Multi- Objective Optimization*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

- Republik Indonesia.,2010, Peraturan RAN-GR *perencanaan aksi nasional mengurangi gas efek kaca*, RPJMN 2010-2014, Jakarta.
- Srivastava, Samir K., 2007, Green Supply-Chain Management: A State-of-the-Art Literature Review, *International Journal of Management Reviews*, **9**, 53-80.
- Sarimveis, H., Patrinos, P., Tarantilis, C.D., Kiranoudis, C.T., 2008, Dynamic modeling and control of supply chain systems: a review. *Computer and Operational Riset*, **35** (11), 3530–3561
- Serdarasan, S., 2013, A review of supply chain complexity drivers. *Computers & Industrial Engineering*, **66** (3), 533 -540
- Shih, L., 2001, Reverse logistics system planning for recycling electrical appliances and computers in Taiwan, *Resource, Conservasi and Recycle*, **32**, (1), 55-72
- Sheu, J.B., 2008, Green Supply Chain Management, Reverse Logistics and Nuclear Power Generation, *Journal of Transportation Research*, **44**, 19-46.
- Siringoringo.,2005, *Seri Teknik Riset Operasional Pemrograman Linear*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Souza, G.C., 2013, Closed-loop supply chains: a critical review and future research, *Journal Decision Sciences*. **44** (1), 7–38.
- Srivastava, S.K., 2007, Green supply-chain management: a state of the art literature review, *International Journal Management. Rev.* **9** (1), 53–80.
- Taniguchi,E., Thompson R., and Yamada T, 2011, Recent Trends and Innovations in Modelling City Logistics, *International conference on city logistic*, pp. 54-69.
- Tuzkaya; G. Ozgen, A., Ozgen, D., Tuzkaya, U. R., 2009, Environmental performance evaluation of suppliers: A hybrid fuzzy multi-criteria decision approach. *International Journal Enviromental. Science Techology* **6** (3), 477-490