



Penerapan *Algoritma Greedy* pada Pengaturan *Shipping* Buku Diknas Pt. X

Greedy's Algorithm Application in National Education Book Shipping at Pt. X

Stefani Gisella Wiratama ^{*1}, Christian ¹, Felita Johanna ¹, Jesslyn Gonardi ¹, Kevin Purnomo ¹

¹Telkom University Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Petra Christian University

ARTICLE INFO

Riwayat artikel:

Diterima 29-05-2018

Diperbaiki 17-06-2018

Disetujui 29-06-2018

Kata Kunci:

Algoritma *Greedy*,
arrangement shipping, buku
diknas

ABSTRAK

PT. X merupakan sebuah perusahaan manufaktur percetakan media dan *paper packaging*. Produk rutin yang dicetak oleh PT. X merupakan buku Diknas. Penelitian difokuskan pada pengiriman buku Diknas bagi wilayah Jawa Timur dengan waktu total perjalanan sebagai konstrain utama dalam penentuan rute yang menghasilkan biaya pengiriman paling minimal dengan memperhatikan pula kapasitas armada. Metode yang digunakan dalam menentukan rute dengan biaya pengiriman yang optimal adalah Algoritma *Greedy*. Penelitian menunjukkan bahwa pada zona 1 terdapat 4 rute pengiriman dengan biaya pengiriman antara Rp100,00/kg-Rp200,00/kg, zona 2 terdapat 3 rute pengiriman dengan biaya pengiriman antara Rp190,00/kg-Rp205,00/kg, dan zona 3 terdapat 3 rute pengiriman dengan biaya pengiriman antara Rp130,00/kg-Rp525,00/kg. Zona 1 menggunakan rute gabungan, sedangkan zona 2 dan zona 3 menggunakan metode rute sendiri-sendiri dan rute gabungan.

ABSTRACT

PT. X is a manufacturing company on sector media printing and paper packaging. The fixed product of PT. X is National Education book. The research is focused on the delivery of National Education book for East Java region with a total time shipping as the main constrain in determining the route which result the minimum delivery cost by considering the capacity of vehicle. The method used in determining the route with the optimal shipping cost is Greedy Algorithm. Research shows that in zone 1 there are 4 shipping routes with shipping cost between Rp100,00/kg-Rp200,00/kg, zone 2 there are 3 delivery routes with shipping cost between Rp190,00/kg-Rp205,00/kg, zone 3 there are 3 shipping routes with shipping costs between Rp130,00/kg-Rp525,00/kg. Zone 1 uses the joint route, meanwhile zone 2 and zone 3 use the separate route method and joint route.

Keywords:

Greedy Algorithm, shipping
arrangement, National
Education book

1. Pendahuluan

PT. X merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang percetakan media dan *paper packaging*. Buku Diknas merupakan salah satu produk rutin yang dicetak oleh PT. X setiap tahunnya. Pelanggan berupa sekolah-sekolah yang akan membeli buku Diknas cetakan PT. X dapat melakukan pemesanan buku Diknas secara *online*. Penelitian ini difokuskan pada pengiriman buku Diknas ke Provinsi Jawa Timur yang meliputi beberapa kabupaten dan kota. Waktu total perjalanan menjadi batasan utama dalam penentuan rute. Pengiriman dilakukan pada mitra-mitra yang berada di masing-masing kabupaten atau kota dimana memiliki jam operasional yaitu dari pukul 08.00-17.00 WIB. Pemilihan armada yang tepat dan jumlah permintaan buku Diknas di masing-masing kabupaten atau kota akan mempengaruhi biaya pengiriman buku Diknas yang dihasilkan. Kebutuhan

untuk menemukan jarak terpendek dan waktu tempuh tercepat digunakan untuk menghindari kerugian (Ratnasari, Ardiani, & Nurvita, 2013).

PT. X selama ini mengeluarkan biaya yang cukup besar untuk pengiriman buku Diknas. Hal tersebut disebabkan karena PT. X belum mengetahui rute pengiriman buku Diknas yang tepat. Rute pengiriman berpengaruh terhadap pemilihan metode pengirimannya yang terdiri atas pengiriman dengan rute gabungan atau rute sendiri-sendiri. Pemilihan metode pengiriman yang tepat dimana biaya yang dikeluarkan lebih kecil juga menjadi acuan untuk menggunakan jenis armada yang tepat. Oleh karena itu, diambil perumusan masalah sebagai berikut:

“Perusahaan mengeluarkan biaya yang cukup besar untuk pengiriman buku Diknas karena belum mengetahui rute pengiriman yang tepat dengan biaya lebih kecil sebagai acuan menggunakan jenis armada yang tepat.”

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui rute pengiriman buku Diknas yang tepat.
2. Mengetahui metode pengiriman buku Diknas yang lebih baik.
3. Mengetahui jenis armada pengiriman buku Diknas yang tepat.

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah memberikan informasi bagi perusahaan mengenai rute pengiriman dan jenis armada yang tepat dengan biaya yang optimal. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Waktu buka mitra kerja yaitu 08.00-17.00 WIB.
2. Kapasitas muatan (tonase) angkutan armada.
3. Wilayah pengiriman terbatas pada Provinsi Jawa Timur.

2. Studi Literatur

2.1 Algoritma Greedy

Algoritma *Greedy* merupakan metode yang digunakan dalam suatu penyelesaian masalah optimasi yang diselesaikan secara bertahap (*step by step*), dengan harapan hasil yang didapatkan merupakan hasil terbaik yang dapat diperoleh (Kurniasari, 2006). Algoritma *Greedy* melibatkan pencarian sebuah himpunan bagian kandidat yang harus memenuhi beberapa kriteria yang ditentukan yaitu menyatakan suatu solusi dan optimasi dari suatu objek (Jakaria dan Rosid, 2017). Tujuan dari *Greedy Algorithm* adalah mencari solusi yang mendekati nilai optimal dengan memaksimalkan atau meminimalkan hasil penyelesaian yang didapat. Penggunaan metode *Greedy* untuk pencarian lintasan terpendek sangat berguna untuk menentukan kemungkinan jalan tersingkat untuk menuju suatu tempat tujuan (Hayati, E.N. & Yohanes, 2014).

Algoritma *Greedy* memiliki sebuah prinsip yaitu "*take what you can get now!*" yang artinya ambil apa yang bisa kamu dapatkan sekarang. Algoritma *Greedy* memiliki beberapa tahapan dalam pengerjaan penyelesaian masalah (Brassard G, 1996) yaitu:

1. Mengambil pilihan yang terbaik yang dapat diperoleh pada saat itu tanpa memperhatikan konsekuensi ke depan.
2. Berharap bahwa dengan memilih optimum lokal pada setiap langkah akan berakhir dengan optimum global.
3. Langkah dalam penggunaan Algoritma *Greedy* merupakan suatu pilihan optimum lokal yang dibuat dengan harapan bahwa langkah yang diambil berikutnya akan membawa pada solusi optimum global (Springer V, 2005).

Knapsack berasal dari bahasa inggris yang berarti ransel atau karung. Knapsack Problem merupakan suatu metode yang dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan dalam pemilihan barang secara tepat, dimana berat dan keuntungan dari setiap barang berbeda-beda. Tujuan dari Knapsack adalah untuk mendapatkan keuntungan yang maksimal dari pemilihan barang yang tepat. Strategi yang digunakan dalam penyelesaian *Knapsack Problem* ini adalah semua objek (benda) dimasukkan satu per satu dan objek yang sudah berada di dalam ransel tidak dapat dikeluarkan lagi. Strategi yang dapat digunakan untuk memasukkan objek ke

dalam ransel/knapsack (Silvano et al., 1990) adalah sebagai berikut:

a. *Greedy by profit*

Pemilihan objek untuk setiap langkah dilakukan dengan pertimbangan keuntungan terbesar yang akan didapatkan. Tujuan dari strategi ini adalah untuk memaksimalkan keuntungan yang akan didapatkan dengan memprioritaskan pemilihan objek yang paling menguntungkan.

b. *Greedy by weight*

Pemilihan objek untuk setiap langkah dilakukan dengan pertimbangan berat objek terkecil yang dimiliki. Tujuan dari strategi ini adalah untuk memaksimalkan keuntungan yang akan didapatkan dengan cara mencoba untuk memasukkan objek sebanyak-banyaknya ke dalam.

c. *Greedy by density*

Pemilihan objek untuk setiap langkah dilakukan dengan pertimbangan masa jenis dari objek yang terbesar. Tujuan dari strategi ini adalah untuk memaksimalkan keuntungan yang akan didapatkan dengan mencari objek yang dengan keuntungan per unit terbesar.

Pemilihan Algoritma *Greedy* dikarenakan metode ini dapat digunakan untuk mengambil keputusan yang lebih cepat. Pengambilan keputusan yang lebih cepat ini diperlukan karena PT. X membutuhkan keputusan dalam jangka waktu yang singkat. Pengambilan keputusan yang cepat dibutuhkan pada penelitian ini karena keterbatasan waktu penelitian.

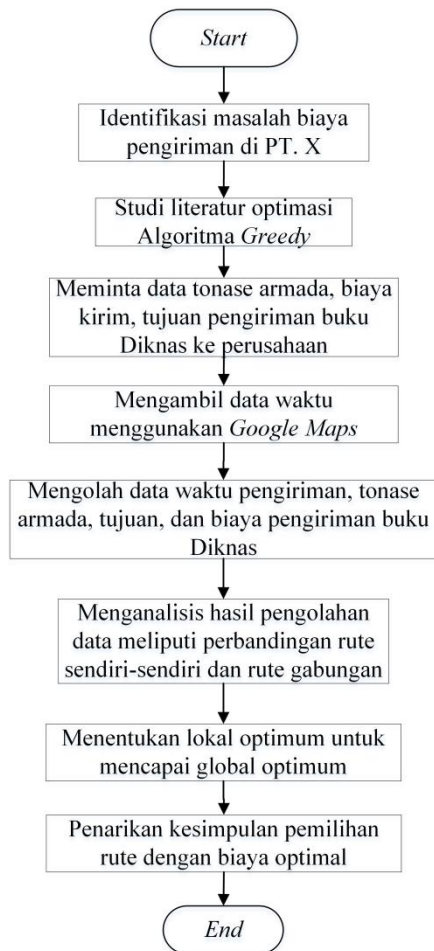
2.2 Jenis Armada

Armada merupakan sejumlah kendaraan yang membentuk suatu kelompok yang berintegrasi menjadi satu kesatuan. Armada dalam sebuah perusahaan digunakan untuk melakukan pengiriman barang hasil produksi kepada pelanggan. Armada darat merupakan sekumpulan kendaraan yang mana berfungsi untuk melakukan pengiriman barang melalui perjalanan darat. Armada darat yang digunakan adalah L300/pick up, elf/truk engkel/Cold Diesel Engkel, truk double/Cold Diesel Double, fuso-tronton, dan wing box.

Penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian ini adalah penggunaan Algoritma *Greedy* dalam menentukan kombinasi pengaturan barang yang diangkut oleh peti kemas untuk memaksimalkan kapasitas peti kemas dan mencapai keuntungan maksimum. Penelitian terdahulu berkaitan dengan penelitian ini dimana penggunaan Algoritma *Greedy* digunakan untuk menentukan jenis armada dengan biaya terkecil dan pemilihan rute dengan waktu terpendek. Tujuan dari kedua penelitian ini adalah untuk memaksimalkan keuntungan (Fitri, 2017).

3. Metode Penelitian

Bab ini menguraikan tentang langkah-langkah penelitian yang menggambarkan rangkaian aktivitas selama proses penelitian yang dapat dilihat pada Gambar 1.



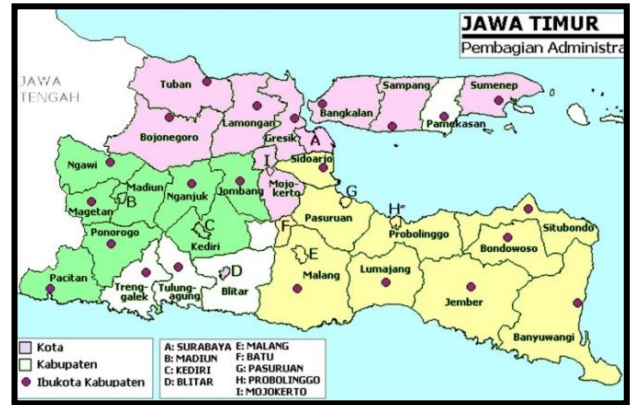
Gambar 1 Flowchart penelitian

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi masalah biaya pengiriman yang ada di PT. X. Langkah berikutnya yang dilakukan setelah menemukan masalah adalah studi literatur bertema optimasi yaitu Algoritma *Greedy* dari penelitian-penelitian sebelumnya. Langkah selanjutnya adalah meminta data pengiriman buku Diknas ke perusahaan berupa tonase armada, biaya kirim, dan tujuan pengiriman. Data selanjutnya yang dicari adalah data waktu dengan aplikasi *Google Maps*. Data-data tersebut kemudian diolah menjadi perbandingan rute sendiri-sendiri dan rute gabungan. Hasil ini kemudian digunakan untuk menentukan lokal optimal dan global optimal dari biaya pengiriman. Langkah terakhir dalam penelitian ini adalah menarik kesimpulan berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan.

4. Hasil dan Pembahasan

Bagian ini membahas hasil dan analisa dari kajian yang dibahas dalam paper. Hasil dan analisa dituliskan dalam bentuk narasi. Pengolahan data dilakukan setelah mengidentifikasi dan mendapatkan data pengiriman dari perusahaan. Tahap pengolahan data meliputi pencarian waktu pengiriman antar wilayah dalam bentuk matriks, biaya pengiriman, jenis armada yang tepat, dan rute optimal dengan batasan masalah. Pengiriman di wilayah Jawa Timur dibagi menjadi tiga zona pengiriman yaitu zona 1 yang merupakan sisi timur dari Jawa Timur, zona 2 yang merupakan sisi utara

dari Jawa Timur, dan zona 3 yang merupakan sisi barat dari Jawa Timur. Pembagian zona wilayah pengiriman dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Pembagian zona pengiriman di Jawa Timur

4.1 Data Waktu Pengiriman

Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3 menunjukkan data waktu pengiriman antar wilayah setiap zona. Data waktu pengiriman yang berbentuk matriks ini didapat dengan bantuan aplikasi *Google Maps*. Cara mencari waktu dengan aplikasi ini adalah sebagai berikut:

1. Membuka aplikasi *Google Maps*
2. Menentukan rute tujuan
3. Memilih satu alternatif dari beberapa alternatif yang disediakan dengan waktu terpendek

Tabel 1
Data Waktu Pengiriman Zona 1

Zona 1		Waktu Perjalanan (jam : menit)										
		ke										
dari	SUB	-	01:21	01:36	02:43	02:52	02:59	04:36	05:32	05:47	06:17	08:04
	SDA	-	-	01:12	02:00	02:19	02:03	03:29	04:25	04:55	05:18	06:56
	PSN	-	01:09	-	01:47	01:53	01:03	02:31	03:22	03:47	04:24	05:51
	MLG	-	01:49	01:43	-	00:41	02:28	03:58	04:47	05:19	05:43	07:22
	BTU	-	02:03	01:47	00:38	-	02:40	04:03	04:58	05:30	05:55	07:35
	PBL	-	02:07	01:01	02:42	02:53	-	01:33	02:31	03:01	03:29	05:05
	LMJ	-	03:31	02:25	04:03	04:18	01:28	-	01:47	03:04	04:20	04:47
	JMR	-	04:26	03:20	04:56	05:12	02:24	01:42	-	01:19	02:37	03:04
	BDW	-	04:50	03:45	05:21	05:35	02:57	03:01	01:20	-	01:39	01:46
	SIT	-	05:05	04:01	05:37	05:50	03:14	04:10	02:39	01:32	-	02:01
	BWI	-	06:38	05:32	07:11	07:22	04:45	04:37	02:55	02:39	01:52	-

Tabel 2
Data Waktu Pengiriman Zona 2

		Waktu Perjalanan (jam : menit)								
		ke								
dari	SUB	-	01:15	00:58	01:20	03:15	04:16	01:42	02:43	03:36
	MJK	-	-	01:20	02:20	03:42	05:27	01:32	02:34	02:53
	GSK	-	01:22	-	01:55	03:22	04:52	00:56	01:52	02:47
	BKL	-	02:14	02:06	-	02:22	03:28	02:43	03:44	04:37
	SPG	-	03:38	03:27	02:02	-	02:56	04:05	05:06	06:01
	SMP	-	05:18	05:06	03:23	02:41	-	05:43	06:45	07:39
	LMG	-	01:31	00:49	02:42	04:08	05:38	-	01:17	02:10
	TBN	-	02:36	01:52	03:44	05:10	06:38	01:24	-	02:07
	BJN	-	02:46	02:45	04:34	06:00	07:29	02:16	02:00	-

Tabel 3
Data Waktu Pengiriman Zona 3

		Waktu Perjalanan (jam : menit)								
		ke								
		SUB	JBG	KDR	NJK	MAD	NGW	MGT	PNG	PCT
dari	SUB	-	01:46	02:29	02:10	03:39	04:23	04:05	04:26	06:10
	JBG	-	-	01:28	01:20	02:47	03:31	03:13	03:33	05:17
	KDR	-	01:29	-	01:16	02:40	03:23	03:05	03:01	04:09
	NJK	-	01:16	01:14	-	01:32	02:11	01:53	02:16	03:57
	MAD	-	02:34	02:29	01:21	-	01:10	00:40	00:47	02:33
	NGW	-	03:16	03:10	02:03	01:08	-	00:59	01:41	03:24
	MGT	-	03:00	02:56	01:47	00:39	01:00	-	00:58	02:42
	PNG	-	03:21	02:51	02:08	00:52	01:43	00:59	-	01:44
	PCT	-	05:11	04:06	03:54	02:37	03:27	02:43	01:46	-

Data yang digunakan untuk menentukan rute terpendek antar kota adalah waktu tempuh untuk melakukan perjalanan. Data waktu diperoleh dengan menggunakan bantuan aplikasi “Google Maps” dengan memilih jarak dengan waktu terpendek. Pengambilan data jarak tidak dilakukan karena dapat dipengaruhi oleh kondisi lalu lintas yang terjadi di lapangan sehingga tidak memberikan hasil yang signifikan. Pengambilan data waktu perjalanan dilakukan pada pagi hingga siang hari yang merupakan jam operasional kerja sehingga menggambarkan kondisi sesungguhnya. Pengambilan data waktu tidak dilakukan pada malam hari, karena kondisi lalu lintas pada malam hari tidak sama dengan kondisi pengiriman sesungguhnya.

4.2 Massa permintaan buku diknas setiap wilayah

Data massa permintaan buku Diknas setiap wilayah yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada tonase satu hari pengiriman. Jumlah tonase yang digunakan merupakan jumlah permintaan tonase terbesar dari wilayah tersebut. Jumlah permintaan tonase buku Diknas yang didapat dari ketiga zona dapat dilihat pada Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6.

4.3 Biaya pengiriman setiap jenis armada pada setiap wilayah

Biaya pengiriman setiap jenis armada didapatkan dari data perusahaan. Biaya ini ditentukan dari jarak pengiriman dan jenis armada yang digunakan. Jarak pengiriman dan kapasitas armada yang semakin besar menunjukkan biaya yang semakin besar pula.

Tabel 4
Jumlah Permintaan Tonase Buku Diknas Zona 1

Kabupaten/Kota	Berat (kg)
Sidoarjo	1.090,0
Pasuruan	5.405,5
Malang	12.884,3
Batu	3.041,6
Probolinggo	1.900
Lumajang	4.339,1
Jember	6.034
Bondowoso	2.628
Situbondo	2.175
Banyuwangi	1.530

Tabel 5
Jumlah Permintaan Tonase Buku Diknas Zona 2

Kabupaten/Kota	Berat (kg)
Mojokerto	1.739
Gresik	4.109
Bangkalan	5.509
Sampang	484
Sumenep	14.414
Lamongan	5.772
Tuban	2.155
Bojonegoro	3.819

Tabel 6.
Jumlah Permintaan Tonase Buku Diknas Zona 3

Kabupaten/Kota	Berat (kg)
Jombang	9.685
Kediri	5.875
Nganjuk	4.195
Madiun	2.878,7
Ngawi	2.067
Magetan	1.014
Ponorogo	1.142
Pacitan	1.193

Kapasitas armada menjadi batasan penelitian ini untuk menentukan jenis armada yang akan digunakan karena setiap armada memiliki kapasitas muatan yang berbeda-beda, dan berpengaruh pada biaya pengiriman yang akan dikeluarkan. Armada A adalah L300/pick up (2 ton), armada B adalah engkel/CDE/Elf (3 ton), armada C adalah double/CDD/truk (5 ton), armada D adalah fuso-tronton (8-12 ton), dan armada E adalah wing box (17 ton). Biaya setiap pemberhentian adalah Rp 100.000,00. Biaya ini merupakan biaya perjanjian antara PT. X dengan pihak pengiriman loading dan unloading produk. Biaya kirim armada A, B, dan C sudah memperhitungkan titik terjauh dan ditambah dengan titik pemberhentian. Biaya pengiriman D dan E merupakan harga sewa armada. Biaya pengiriman setiap jenis armada pada zona 1, 2, dan 3 berturut-turut dapat dilihat pada Tabel 7, Tabel 12, dan Tabel 16.

Biaya pengiriman yang terdapat pada Tabel 7 merupakan data biaya awalan dimana pengiriman buku Diknas dilakukan dari Surabaya. Perhitungan biaya pengiriman menggunakan armada A, B, dan C didasarkan dari jarak rute tempuh terjauh dan memperhitungkan jumlah tujuan/pemberhentian yang dilewati, dimana setiap pemberhentian ditambahkan dengan Rp 100.000,00. Berbeda halnya dengan perhitungan biaya pengiriman menggunakan armada D dan E yang merupakan biaya sewa armada dan tidak memperhitungkan jumlah rute/pemberhentian yang dilewati.

4.4 Penentuan rute zona 1 dengan algoritma Greedy

Penentuan rute dengan algoritma Greedy mempertimbangkan matriks waktu pengiriman beserta jam buka mitra dan jumlah permintaan tonase buku Diknas. Perhitungan waktu total dalam penentuan rute mempertimbangkan beberapa tambahan waktu yaitu adanya

pemberian waktu istirahat pekerja selama 1 jam dan asumsi waktu *unloading* barang di setiap pemberhentian adalah sebesar 1 jam. Hal tersebut merupakan batasan utama dalam menentukan rute dimana jika salah satunya tidak terpenuhi maka perhitungan dihentikan. Hasil penentuan rute pertama pada zona 1 dapat dilihat pada Tabel 8. Penentuan penggunaan rute sendiri-sendiri atau rute gabungan diperoleh dari biaya pengiriman dibagi dengan massa buku yang dikirim pada wilayah tersebut. Metode yang menghasilkan rata-rata biaya pengiriman per kg terendah akan dipilih sebagai metode pengiriman rute tersebut. Rute pertama zona 1 menggunakan metode rute gabungan dengan menggunakan armada E dengan rata-rata biaya pengiriman sebesar Rp 188,00/kg.

Zona pertama menghasilkan empat rute yang didapat dari batasan utama. Rute kedua, ketiga, dan keempat yang akan dihasilkan pada zona 1 diperoleh dengan menggunakan metode perhitungan yang sama dengan rute pertama. Rute kedua merupakan pengiriman dari Surabaya – Malang – Batu menggunakan metode rute gabungan dengan armada E dan rata-rata biaya pengiriman sebesar Rp107,00/kg. Hasil perhitungan rute kedua dari zona 1 dapat dilihat pada Tabel IX. Rute ketiga merupakan pengiriman dari Surabaya – Jember – Bondowoso – Situbondo menggunakan metode rute gabungan dengan armada D dan rata-rata biaya pengiriman sebesar Rp240,00/kg. Hasil perhitungan rute ketiga dari zona 1 dapat dilihat pada Tabel 10.

Rute keempat merupakan pengiriman dari Surabaya – Banyuwangi menggunakan metode rute sendiri - sendiri dengan armada A dan rata-rata biaya pengiriman sebesar Rp588,00/kg. Hasil perhitungan rute keempat dari zona 1 dapat dilihat pada Tabel 11.

4.5 Penentuan rute zona 2 dan 3 dengan algoritma Greedy

Penentuan rute zona 2 dan 3 dilakukan dengan cara yang sama dengan penentuan rute zona 1. Zona kedua menghasilkan tiga rute. Rute pertama merupakan pengiriman dari Surabaya – Gresik – Lamongan – Tuban - Bojonegoro menggunakan metode rute sendiri – sendiri dan rata-rata biaya pengiriman sebesar Rp203,00/kg. Rute kedua merupakan pengiriman dari Surabaya – Mojokerto – Bangkalan – Sampang menggunakan metode rute gabungan dan rata-rata biaya pengiriman sebesar Rp194,00/kg. Rute ketiga merupakan pengiriman dari Surabaya – Sampang menggunakan metode rute sendiri – sendiri dan rata-rata biaya pengiriman sebesar Rp215,00/kg. Hasil penentuan rute pertama, kedua, ketiga zona 2 secara berturut-turut dapat dilihat pada Tabel 8, Tabel 14, Tabel 15. Zona ketiga

menghasilkan tiga rute. Rute pertama merupakan pengiriman dari Surabaya – Jombang – Nganjuk – Madiun menggunakan metode rute gabungan dan rata-rata biaya pengiriman sebesar Rp137,00/kg. Rute kedua merupakan pengiriman dari Surabaya – Kediri – Ponorogo – Magetan menggunakan metode rute gabungan dan rata-rata biaya pengiriman sebesar Rp286,00/kg. Rute ketiga merupakan pengiriman dari Surabaya – Ngawi – Pacitan menggunakan metode rute sendiri – sendiri dan rata-rata biaya pengiriman sebesar Rp522,00/kg. Hasil penentuan rute pertama, kedua, ketiga zona 3 secara berturut-turut dapat dilihat pada Tabel 17, Tabel 18, Tabel 19.

4.6 Penentuan rute gabungan dengan algoritma Greedy

Penentuan rute gabungan dilakukan dengan cara mencari armada dengan biaya termurah. Penentuan armada dengan biaya termurah dapat dilihat pada contoh Tabel IV yang menunjukkan rute pengiriman dari Surabaya (SUB) menuju Lumajang (LMJ). Armada dengan biaya termurah adalah Armada “E” dengan biaya sebesar Rp 2.000.000,00. Pendistribusian buku dalam rute gabungan ini melewati 4 titik pemberhentian yaitu, kota Sidoarjo (SDA), kota Pasuruan (PSN), kota Probolinggo (PBL), dan kota Lumajang (LMJ). Biaya yang harus ditanggung setiap kali pemberhentian adalah sebesar Rp 100.000,00, dimana terjadi 4 titik pemberhentian sehingga total biaya untuk biaya pemberhentian adalah Rp 400.000,00. Total biaya yang dikeluarkan dalam satu kali perjalanan adalah biaya armada ditambah dengan biaya pemberhentian yaitu sebesar Rp 2.400.000,00.

5. Kesimpulan

Berdasarkan analisis terhadap pengolahan data dan hasil perhitungan yang diperoleh, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa rute pengiriman untuk zona 1 terdiri atas 4, yaitu SUB-SDA-PSN-PBL-LMJ, SUB-MLG-BTU, SUB-JMR-BDW-SIT, dan SUB-BWI. Rute pengiriman untuk zona 2 terdiri atas 3, yaitu SUB-GSK-LMG-TBN-BJN, SUB-MJK-BKL-SPG, dan SUB-SMP. Rute pengiriman untuk zona 3 terdiri atas 3, yaitu SUB-JBG-NJK-MAD, SUB-KDR-PNG-MGT, dan SUB-NGW-PCT dimana metode pengiriman pada zona 1 adalah metode rute gabungan. Metode pengiriman pada zona 2 dan zona 3 adalah metode rute sendiri – sendiri dan rute gabungan. Jenis armada yang digunakan pada zona 1 adalah *wingbox*, fuso-tronton, dan L300/*pick up*. Jenis armada yang digunakan pada zona 2 adalah *double/CDD*/truk, engkel/*CDE/elf*, fuso-tronton, dan L300/*pick up*. Jenis armada yang digunakan pada zona 3 adalah *wingbox*, fuso-tronton, L300/*pick up*, dan engkel/*CDE/elf*.

Tabel 7
Biaya Pengiriman Setiap Jenis Armada Zona 1

Wilayah	Jarak Tujuan	Armada A	Armada B	Armada C	Armada D	Armada E
Sidoarjo	32,5	Rp300.000,00	Rp350.000,00	Rp600.000,00	Rp1.000.000,00	Rp1.500.000,00
Pasuruan	64	Rp300.000,00	Rp350.000,00	Rp600.000,00	Rp1.000.000,00	Rp1.500.000,00
Malang	95,7	Rp300.000,00	Rp350.000,00	Rp600.000,00	Rp1.000.000,00	Rp1.500.000,00
Batu	105	Rp300.000,00	Rp350.000,00	Rp600.000,00	Rp1.000.000,00	Rp1.500.000,00
Probolinggo	104	Rp300.000,00	Rp350.000,00	Rp600.000,00	Rp1.000.000,00	Rp1.500.000,00
Lumajang	155	Rp450.000,00	Rp550.000,00	Rp900.000,00	Rp1.500.000,00	Rp2.000.000,00
Jember	196	Rp600.000,00	Rp700.000,00	Rp1.200.000,00	Rp2.000.000,00	Rp3.000.000,00
Bondowoso	207	Rp600.000,00	Rp700.000,00	Rp1.200.000,00	Rp2.000.000,00	Rp3.000.000,00
Situbondo	226	Rp700.000,00	Rp805.000,00	Rp1.380.000,00	Rp2.300.000,00	Rp3.450.000,00
Banyuwangi	293	Rp900.000,00	Rp1.050.000,00	Rp1.800.000,00	Rp3.000.000,00	Rp4.500.000,00

Tabel 8.
Penentuan Rute Pertama Algoritma Greedy Pada Zona 1

Rute Pengiriman	Rute sendiri-sendiri										Rute Gabungan	
	SUB	SDA				PSN		PBL		LMJ		
Waktu Pengiriman	Jam Berangkat	Jam Tiba 1	Start Unload	End Unload	Start Unload	End Unload	Start Unload	End Unload	Start Unload	End Unload	Total (kg)	
	07.00	08.21	08.21	09.21	10.33	11.33	13.36	14.36	16.09	17.09		
Berat Buku (kg)	-	1090				5405,5		1900		4339,1		12734,6
Jenis Armada	-	A				D		A		C		E
Ongkir	-	Rp 300.000				Rp 1.100.000		Rp 300.000		Rp 900.000		Rp 2.400.000
Ongkir per kg	-	Rp 275				Rp 203		Rp 158		Rp 207		Rp 188
Rata-rata Ongkir per kg	-	Rp211										Rp188

Tabel 9.
Hasil Kedua Algoritma Greedy pada Zona 1

Rute Pengiriman	Rute sendiri-sendiri						Rute Gabungan	
	SUB	MLG				BTU		
Waktu Pengiriman	Jam Berangkat	Jam Tiba 1	Start Unload	End Unload	Start Unload	End Unload	Total (kg)	
	7:00	9:43	9:43	10:43	11:24	12:24		
Berat Buku (kg)	-	12884,3				3041,6		15925,9
Jenis Armada	-	E				C		E
Ongkir	-	Rp 1.600.000				Rp 600.000		Rp 1.700.000
Ongkir per kg	-	Rp 124				Rp 197		Rp 107
Rata-rata Ongkir per kg	-	Rp161						Rp107

Tabel 10
Hasil Ketiga Algoritma Greedy Pada Zona 1

Rute Pengiriman	Rute sendiri-sendiri								Rute Gabungan	
	SUB	JMR				BDW		SIT		
Waktu Pengiriman	Jam Berangkat	Jam Tiba 1	Start Unload	End Unload	Start Unload	End Unload	Start Unload	End Unload	Total (kg)	
	05.00	10.32	10.32	11.32	13.51	14.51	16.30	17.30		
Berat Buku (kg)	-	6034				2628		2175		10837
Jenis Armada	-	D				B		B		D
Ongkir	-	Rp 2.000.000				Rp 700.000		Rp 805.000		Rp 2.600.000
Ongkir per kg	-	Rp 331				Rp 266		Rp 370		Rp 240
Rata-rata Ongkir per kg	-	Rp323								Rp240

Tabel 11
Hasil Keempat Algoritma Greedy Pada Zona 1

Rute Pengiriman	Rute sendiri-sendiri				Rute Gabungan
	SUB	BWI			
Waktu Pengiriman	Jam Berangkat	Jam Tiba 1	Start Unload	End Unload	Total (kg)
	06.00	15.04	15.04	16.04	
Berat Buku (kg)	-	1530			1530
Jenis Armada	-	A			A
Ongkir	-	Rp 900.000			Rp 900.000
Ongkir per kg	-	Rp 275			Rp 588
Rata-rata Ongkir per kg	-	Rp588			Rp588

Tabel 12
Biaya Pengiriman Setiap Jenis Armada Zona 2

Wilayah	Jarak Tujuan	Armada A	Armada B	Armada C	Armada D	Armada E
Mojokerto	51,9	Rp300.000,00	Rp350.000,00	Rp600.000,00	Rp1.000.000,00	Rp1.500.000,00
Gresik	28,4	Rp300.000,00	Rp350.000,00	Rp600.000,00	Rp1.000.000,00	Rp1.500.000,00
Bangkalan	43	Rp300.000,00	Rp350.000,00	Rp600.000,00	Rp1.000.000,00	Rp1.500.000,00
Sampang	120	Rp360.000,00	Rp420.000,00	Rp720.000,00	Rp1.200.000,00	Rp1.800.000,00
Sumenep	175	Rp600.000,00	Rp700.000,00	Rp1.200.000,00	Rp2.000.000,00	Rp3.000.000,00
Lamongan	58	Rp300.000,00	Rp350.000,00	Rp600.000,00	Rp1.000.000,00	Rp1.500.000,00
Tuban	103	Rp300.000,00	Rp350.000,00	Rp600.000,00	Rp1.000.000,00	Rp1.500.000,00
Bojonegoro	146	Rp600.000,00	Rp700.000,00	Rp1.200.000,00	Rp2.000.000,00	Rp3.000.000,00

Tabel 13
Hasil Pertama Algoritma Greedy Pada Zona 2

Rute Pengiriman	Rute sendiri-sendiri										Rute Gabungan	
	SUB	GSK			LMG		TBN		BJN			
Waktu Pengiriman	Jam Berangkat	Jam Tiba 1	Start Unload	End Unload	Start Unload	End Unload	Start Unload	End Unload	Start Unload	End Unload	Total (kg)	
	7:00	7:58	8:00	9:00	9:56	10:56	13:13	14:13	16:20	17:20		
Berat Buku (kg)	-	4109			5772		2155		3819		15855	
Jenis Armada	-	C			D		B		C		E	
Ongkir	-	Rp 600.000			Rp 1.100.000		Rp 350.000		Rp 1.200.000		Rp 3.400.000	
Ongkir per kg	-	Rp 146			Rp 191		Rp 162		Rp 314		Rp 214	
Rata-rata Ongkir per kg	-	Rp203										Rp214

Tabel 14
Hasil Kedua Algoritma Greedy Pada Zona 2

Rute Pengiriman	Rute sendiri-sendiri								Rute Gabungan	
	SUB	MJK			BKL		SPG			
Waktu Pengiriman	Jam Berangkat	Jam Tiba 1	Start Unload	End Unload	Start Unload	End Unload	Start Unload	End Unload	Total (kg)	
	07.00	08.15	08.15	09.15	11.35	12.35	15.57	16.57		
Berat Buku (kg)	-	1739			5509		484		7732	
Jenis Armada	-	A			D		A		D	
Ongkir	-	Rp 300.000			Rp 1.100.000		Rp 360.000		Rp 1.500.000	
Ongkir per kg	-	Rp 173			Rp 200		Rp 744		Rp 194	
Rata-rata Ongkir per kg	-	Rp372								Rp194

Tabel 15
Hasil Ketiga Algoritma Greedy Pada Zona 2

Rute Pengiriman	Rute sendiri-sendiri				Rute Gabungan
	SUB	SMP			
Waktu Pengiriman	Jam Berangkat	Jam Tiba 1	Start Unload	End Unload	Total (kg)
	07.00	11.16	11.16	12.16	
Berat Buku (kg)	-	14414			14414
Jenis Armada	-	E			E
Ongkir	-	Rp 3.100.000			Rp 3.100.000
Ongkir per kg	-	Rp 215			Rp 215
Rata-rata Ongkir per kg	-	Rp215			Rp215

Tabel 16
Biaya Pengiriman Setiap Jenis Armada Zona 3

Wilayah	Jarak Tujuan	Armada A	Armada B	Armada C	Armada D	Armada E
Jombang	88,1	Rp300.000,00	Rp350.000,00	Rp600.000,00	Rp1.000.000,00	Rp1.500.000,00
Kediri	129	Rp360.000,00	Rp420.000,00	Rp720.000,00	Rp1.200.000,00	Rp1.800.000,00
Nganjuk	115	Rp360.000,00	Rp420.000,00	Rp720.000,00	Rp1.200.000,00	Rp1.800.000,00
Madiun	164	Rp450.000,00	Rp550.000,00	Rp900.000,00	Rp1.500.000,00	Rp2.000.000,00
Ngawi	194	Rp600.000,00	Rp700.000,00	Rp1.200.000,00	Rp2.000.000,00	Rp3.000.000,00
Magetan	184	Rp600.000,00	Rp700.000,00	Rp1.200.000,00	Rp2.000.000,00	Rp3.000.000,00
Ponorogo	192	Rp600.000,00	Rp700.000,00	Rp1.200.000,00	Rp2.000.000,00	Rp3.000.000,00
Pacitan	262	Rp900.000,00	Rp1.050.000,00	Rp1.800.000,00	Rp3.000.000,00	Rp4.500.000,00

Tabel 17
Hasil Pertama Algoritma Greedy Pada Zona 3

Rute Pengiriman	Rute sendiri-sendiri								Rute Gabungan
	SUB		JBG		NJK		MAD		
Waktu Pengiriman	Jam Berangkat	Jam Tiba 1	Start Unload	End Unload	Start Unload	End Unload	Start Unload	End Unload	Total (kg)
	07.00	08.46	08.46	09.46	11.06	12.06	14.38	15.38	
Berat Buku (kg)	-	9685		4195		2878,7		16758,7	
Jenis Armada	-	D		C		B		E	
Ongkir	-	Rp	1.100.000		Rp	720.000		Rp 550.000	Rp 2.300.000
Ongkir per kg	-	Rp	114		Rp	172		Rp 191	Rp 137
Rata-rata Ongkir per kg	-	Rp159							Rp137

Tabel 18
Hasil Kedua Algoritma Greedy Pada Zona 3

Rute Pengiriman	Rute sendiri-sendiri								Rute Gabungan
	SUB		KDR		PNG		MGT		
Waktu Pengiriman	Jam Berangkat	Jam Tiba 1	Start Unload	End Unload	Start Unload	End Unload	Start Unload	End Unload	Total (kg)
	06.00	08.29	08.29	09.29	13.30	14.30	15.29	16.29	
Berat Buku (kg)	-	5875		1142		1014		8031	
Jenis Armada	-	D		A		A		D	
Ongkir	-	Rp	1.300.000		Rp	600.000		Rp 600.000	Rp 2.300.000
Ongkir per kg	-	Rp	221		Rp	525		Rp 592	Rp 286
Rata-rata Ongkir per kg	-	Rp446							Rp286

Tabel 19
Hasil Ketiga Algoritma Greedy Pada Zona 3

Rute Pengiriman	Rute sendiri-sendiri						Rute Gabungan	
	SUB		NGW		PCT			
Waktu Pengiriman	Jam Berangkat	Jam Tiba 1	Start Unload	End Unload	Start Unload	End Unload	Total (kg)	
	06.00	10.23	10.23	11.23	15.47	16.47		
Berat Buku (kg)	-	2067		1193		3260		
Jenis Armada	-	B		A		C		
Ongkir	-	Rp	600.000		Rp	900.000		Rp 1.900.000
Ongkir per kg	-	Rp	290		Rp	754		Rp 583
Rata-rata Ongkir per kg	-	Rp522					Rp583	

Referensi

- [1] Brassard, G., *Fundamentals of Algorithmics*, Prentice-Hall, New Jersey, 1996.
- [2] Fitri, Optimasi Pengangkutan Peti Kemas dalam Penyelesaian Knapsack berdasarkan Perbandingan Algoritma Genetika dan Algoritma Greedy, *Jurnal Instek*, Volume 2, 2017, pp. 21-30.
- [3] Hayati, E.N. & Yohanes, A., Pencarian Rute Terpendek Menggunakan Algoritma Greedy, *Seminar Nasional IENACO-2014 Universitas Stikubank Semarang. ISSN: 2337-4349*, 2014.
- [4] Jakaria, R. B., & Rosid, M. A, Implementasi Algoritma Greedy pada Metode Transportasi dengan Menggunakan VAM dalam Pendistribusian Produk, *Spektrum Industri*, Volume 15, 2017, pp. 51-58.
- [5] Kurniasari, Y., *Penerapan Algoritma Greedy*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 2006.