

ALOKASI KENDARAAN ANGKUTAN SAMPAH BERDASARKAN METODE PENGGABUNGAN BERURUT

Horas Saut Maringan Marpaung

Fakultas Teknik Universitas Riau

Email : horassaut@yahoo.co.id

Abstrak

Masalah transportasi pada umumnya merupakan permasalahan alokasi kendaraan pada sistem jaringan jalan antara beberapa sumber dan beberapa tujuan. Namun ada juga antara beberapa sumber dan satu tujuan seperti pada *Hauled Container System (HCS)*, atau sebaliknya. Penyelesaian permasalahan transportasi bertujuan untuk meminimumkan jumlah kendaraan. Metoda Penggabungan Berurut merupakan metode penyelesaian masalah transportasi tentang alokasi kendaraan angkutan sampah. Penentuan satu unit kendaraan berdasarkan jarak tempuh perjalanan selama waktu operasional. Kecepatan perjalanan dan kapasitas muatan kendaraan yang ditentukan mempengaruhi jumlah kendaraan yang dihasilkan.

Abstract

Allocation of garbage transport vehicles combination method based sequential. Transportation problems in general is a vehicle allocation problems on the road network system between multiple sources and multiple destinations. But there are also among the few sources and one destination such as the hauled container system (HCS), or vice versa. Solving problems that aims to minimize the number of transport vehicles.

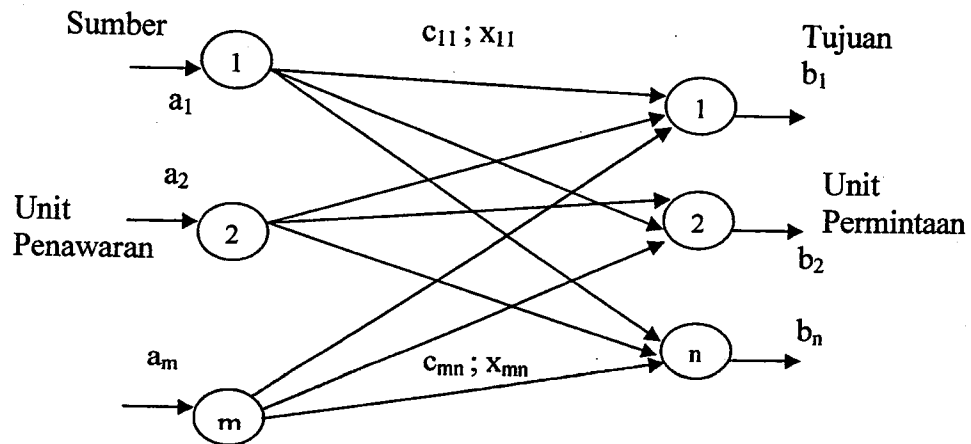
Sequential Combination Method is a method of solving problems concerning the allocation of transportation of waste transportation vehicles. Determination of one unit of a vehicle based on the total travel distance during the operational period. Travel speed and vehicle load capacity is determined affects the number of vehicles produced.

Keywords: Allocation of Vehicles, Sequential Combination Methods.

1. Pendahuluan.

Masalah transportasi pada umumnya meliputi masalah pendistribusian suatu komoditas atau produk dari sejumlah sumber (*supply*) kepada sejumlah tujuan (*demand*), dengan tujuan meminimumkan ongkos pengangkutan yang terjadi. Ciri-ciri khusus masalah transportasi adalah "Dimiyati *et.al.* [1]": 1). Terdapat sejumlah sumber dan sejumlah tujuan tertentu, 2). Kuantitas komoditas atau barang yang didistribusikan dari setiap sumber dan yang diminta oleh setiap tujuan, besarnya tertentu, 3). Komoditas yang dikirim atau yang diangkut dari suatu sumber ke suatu tujuan, besarnya sesuai dengan permintaan dan atau kapasitas sumber, 4). Ongkos pengangkutan atau pengiriman komoditas dari suatu sumber ke suatu tujuan, besarnya tertentu.

Gambar 1 memperlihatkan model umum masalah transportasi dari sebuah jaringan dengan m sumber dan n tujuan. Sebuah sumber atau tujuan diwakili dengan sebuah node. Busur yang menghubungkan sebuah sumber dan sebuah tujuan mewakili rute pengiriman barang tersebut. Jumlah penawaran di sumber i adalah a_i dan permintaan di tujuan j adalah b_j . Biaya unit transportasi antara sumber i dan tujuan j adalah c_{ij} . Dan x_{ij} mewakili jumlah barang yang dikirimkan dari sumber i ke tujuan j .



Gambar 1. Model Umum Permasalahan Transportasi

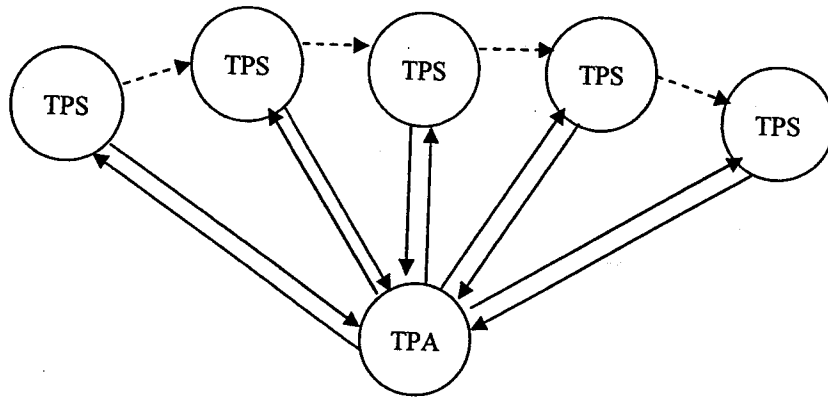
Metode penyelesaian masalah transportasi yang dikenal, yaitu "Dimiyati *et.al.* [1]": 1). Programasi Linier adalah suatu bentuk model dimana fungsi tujuan dan kendala berbentuk fungsi linier. Model bisa dipecahkan dengan menggunakan Metoda Grafis dan Metoda Simpleks, 2). Programasi Linier Khusus. secara umum dibagi menjadi tiga jenis model yaitu *Transportation Problem*, *Transshipment Problem*, *Assignment Problem*, 3). *Goal Programming*. adalah salah satu varian dari Programasi Linier, dimana fungsi tujuan terdiri dari dua buah atau lebih, 4). Programasi Linier Integer adalah salah satu varian dari Programasi Linier dimana fungsi tujuan dan kendala berbentuk sama dengan bentuk Programasi Linier tapi solusi dibatasi dalam bentuk bilangan bulat saja. Bentuk umum model Programasi Linier Integer yaitu tipe solusi 0,1 atau tipe solusi umum. Metode pemecahan menggunakan *Branch and Bound Method*, 5). Jaringan. meliputi model rentang terpendek, rentang terpanjang, arus maksimum dan rute terpendek.

Masalah Penjadwalan Kendaraan (*Vehicle Scheduling Problem*) dapat diartikan sebagai masalah rute dengan tambahan fungsi-fungsi pembatas yang berhubungan dengan waktu dimana berbagai aktifitas berlangsung. Pada Permasalahan Penjadwalan Kendaraan, aspek-aspek temporal dalam pergerakan kendaraan harus dipertimbangkan secara eksplisit. Urutan dari aktifitas-aktifitas kendaraan dalam ruang dan waktu merupakan inti dari Permasalahan Penjadwalan Kendaraan "Marpaung [2]" (lihat Tabel 1).

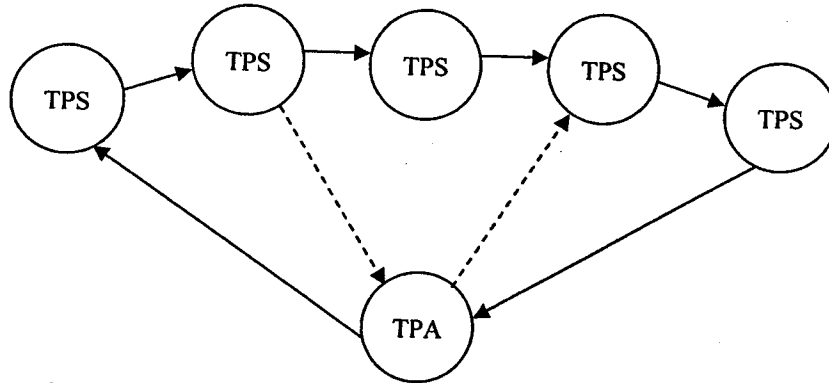
Tabel 1. Klasifikasi Penentuan Rute dan Penjadwalan Kendaraan

Karakteristik	Pilihan yang mungkin
1. Ukuran armada kendaraan	satu kendaraan banyak kendaraan
2. Jenis armada kendaraan	sejenis heterogen khusus (dikelompokan)
3. Penempatan kendaraan	depot tunggal depot banyak
4. Sifat Permintaan	deterministic stokastik/probalistik memilih yang disukai
5. Lokasi Demand	pada node pada busur / arc kombinasi keduanya
6. Network	undirected directed kombinasi keduanya
7. Keterbatasan Kapasitas Kendaraan	memaksakan sama utk semua rute memaksakan berbeda utk rute yg berbeda kapasitas tidak terbatas.
8. Waktu rute maksimum	dibatasi sama utk semua rute dibatasi berbeda utk rute yg berbeda tidak dibatasi
9. Operasi	hanya menjemput hanya menghantar kombinasi menjemput dan menghantar membagi pengiriman (menerima/menolak)
10. Biaya	biaya variable atau routing biaya tambahan operasi kendaraan biaya karena permintaan tak dilayani
11. Tujuan	meminimumkan total biaya routing meminimumkan jumlah dari biaya tetap & variable meminimumkan jumlah kendaraan yg dibutuhkan memaksimumkan utilitas fungsi yg didasarkan pada pelayanan, waktu yg sebaik-baiknya, prioritas kustomer

Kendaraan angkutan sampah merupakan jenis transportasi barang yang bersifat utilitas. Sistem pengambilan, pengangkutan dan pembuangan sampah diklasifikasikan menurut cara operasinya yaitu " Tchobanoglous *et. al.* [3] ", (lihat Gambar 2): 1). *Hauled Container System (HCS)*, sistem pengumpulan dan pengangkutan dimana kontainer untuk menyimpan sampah diangkut (*hauled*) ke tempat pembuangan, dikosongkan dan dikembalikan ke lokasi semula, 2). *Stasionary Container System (SCS)*, sistem pengumpulan dan pengangkutan dimana kontainer untuk menyimpan sampah tetap dititik penimbunan sampah. Kegiatan yang dilakukan kendaraan angkutan sampah pada sistem pengambilan dan pengangkutan sampah yaitu: 1). Pengambilan (*Pick Up*), 2). Pengangkutan (*Haul*), 3). Tempat pembuangan (*At-site*), 4). Perjalanan (*Off-route*)



(a) *Hauled Container System (HCS)*



(b) *Stationary Container System (SCS)*

Gambar 2. Sistem pengambilan dan pengangkutan sampah

Transportasi barang dalam beberapa hal memiliki karakteristik yang berbeda dengan karakteristik transportasi penumpang. Secara umum motivasi transportasi barang dapat dikatakan murni ekonomis, yang tidak dipengaruhi faktor-faktor “perilaku”nya seperti selera, persepsi, status dan sebagainya. Sebagai suatu “kebutuhan”, transportasi barang merupakan murni sebagai suatu kebutuhan turunan (*derived demand*), karena barang yang dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain tidak memperoleh suatu kepuasan dari kegiatan transportasi tersebut. Kegiatan transportasi hanya dilihat sebagai ongkos yang bertujuan untuk memberikan nilai lebih bagi suatu barang yang dipindahkan ke tempat yang baru. Sejumlah pilihan keputusan perlu diambil berkaitan dengan “kebutuhan” transportasi barang tersebut, yaitu: 1). Pilihan-pilihan yang berkaitan dengan aktifitas produksi seperti proses, jenis, variasi fisik, tarif/ongkos/harga produksi, tingkat produktifitas, pengiriman/pemesanan produksi yang dipilih, 2). Pilihan-pilihan yang berkaitan dengan logistik transportasi baik masukan/keluaran moda angkutan, pengemasan, tingkat inventarisasi seperti ukuran, frekuensi dan waktu pengiriman/pemesanan, 3). Pilihan-pilihan yang berkaitan dengan faktor-faktor operasi seperti ukuran, lokasi operator/perusahaan, kebijaksanaan distribusi/pengumpulan, faktor geografis daerah pelayanan dan faktor dinamis seperti variasi musiman dalam permintaan.

2. Metode Penelitian.

Sistim pengambilan, pengangkutan dan pembuangan sampah yang ditinjau adalah *Hauled Container System (HCS)*, dengan asumsi yaitu: 1). Satu wilayah terdiri atas satu TPA dan beberapa TPS, 2). Volume dan frekuensi pengambilan sampah tidak sama setiap TPS, 3). Periode pelaksanaan harus selesai dalam satu hari kerja yaitu mulai jam 06.00 – 18.00 wib, 4). Penggunaan Ukuran Kapasitas Kendaraan yang berbeda dimungkinkan.

3. Hasil dan Pembahasan.

Analisa yang digunakan adalah analisis kuantitatif yang bersifat deterministik karena karakteristik permasalahan tersebut adalah solusinya berbentuk linier, bilangan bulat dan berupa alokasi atau jaringan dengan tujuan mencari jumlah kendaraan (truk) minimum atau menghitung jumlah trayek (rute) minimum. Metode penyelesaian pada masalah transportasi ini menggunakan Metoda Penggabungan Berurut, yaitu "Marpaung [4]", (lihat Tabel 4.a dan Tabel 4,b):

- a. Tentukan kapasitas, kecepatan dan biaya angkut kendaraan, jarak dan volume sampah TPS, waktu operasional jam kerja (R_{maks}).
- b. Tentukan waktu tempuh trip pengangkutan per TPS (R_{nt}). Jika $R_{nt} > R_{maks}$, Eliminasi menjadi $R_{nt} = R_{n_1} + R_{n_2} + \dots + R_{n_i}$ dimana $R_{n_1}, R_{n_2}, \dots, R_{n_i} \leq R_{maks}$
 R_{n_i} = waktu tempuh satu trip pengangkutan..
- c. Tentukan proses penggabungan rute.
 - Pilih sebuah rute terpanjang R_{n_i}
 - Hitung panjang sisa rute R_{n_i} dimana $R_{s_i} = R_{maks} - R_{n_i}$
 - Identifikasi rute-rute kecil $R_{s_{i+n}}$
 - Pilih penggabungan rute ($R_{n_{gab}}$) yang menghasilkan $R_{s_i} - \sum R_{s_{i+n}}$ minimal.
 - Bila masih tersisa rute-rute kecil dari $R_{s_{i+n}}$ ulangi proses identifikasi
 - Tentukan jumlah $R_{n_{gab}}$ yang diperoleh.
 - Bila rute R_{n_i} habis, proses selesai

Berdasarkan metoda penyelesaian masalah transportasi bahwa pada kenyataannya tidak ada satu pun dari kelima metode tersebut yang sesuai dengan kasus tersebut (lihat Tabel 2). Biaya angkut kendaraan sampah untuk setiap kapasitas kendaraan seperti pada Tabel 3.

Tabel 2. Kesesuaian Metode Penyelesaian Masalah Transportasi

No.	Metode	Kesesuaian
1.	Programasi Linier	Tidak sesuai
2.	Programasi Linier Khusus	Tidak sesuai
3.	Goal Programming	Tidak sesuai
4.	Program Linier Integer	Tidak sesuai
5.	Kasus Jaringan	Tidak sesuai



Tabel 3. Biaya Pengangkutan Sampah (c) berdasarkan metode PCI

Kec. (km/jam)	Kapasitas Kendaraan	BOK (Rp./1000 km)	B. Angkut (Rp./km/m ³)
40	Truk 8 m ³	1,969,586.86	246.20
40	Truk 10 m ³	2,177,506.83	217.75
40	Truk 12 m ³	2,355,804.56	196.32
40	Truk 14 m ³	2,848,025.95	203.43
40	Truk 16 m ³	3,308,946.82	206.81

Tabel 4.a. Contoh Perhitungan Metode Penggabungan Berurut

No. TPS	Jarak TPS (km)	Volume Sampah (m ³)	Kapasitas Kendaraan (m ³)	V/K	Jumlah Trip (trip)	Waktu Per Trip (menit)						Waktu Jumlah Trip
						Trip ke 1	Trip ke 2	Trip ke 3	Trip ke 4	Trip ke 5	Trip ke 6	
1	5	8	8	1.0	1	45						45
2	8	12	8	1.5	2	54				54		108
3	10	45	8	5.6	6	60	60	60	60	60	60	360
4	12	20	8	2.5	3	66				66	66	198
5	15	24	8	3.0	3	75				75	75	225
6	18	16	8	2.0	2					84	84	168
7	21	35	8	4.4	5		93	93	93	93	93	465
8	25	28	8	3.5	4	105	105	105	105			420
9	30	40	8	5.0	5	120	120	120	120	120		600
10	35	32	8	4.0	4	135	135	135	135			540
Total Waktu Tempuh (menit) ≤ Rmaks :						660	513	513	513	552	378	3129
Total Trayek / Kendaraan (unit) :						1	1	1	1	1	1	6

Catatan : v = 40 km/jam

Tabel 4.b. Contoh Perhitungan Metode Penggabungan Berurut

No. TPS	Jarak TPS (km)	Volume Sampah (m ³)	Kapasitas Kendaraan (m ³)	V/K	Jumlah Trip (trip)	v = 30 km/jam						v = 40 km/jam								
						Waktu Tempuh Per Trip						Total Waktu Trip	Waktu Tempuh Per Trip						Total Waktu Trip	
						Trip ke 1	Trip ke 2	Trip ke 3	Trip ke 4	Trip ke 5	Trip ke 6		Trip ke 1	Trip ke 2	Trip ke 3	Trip ke 4	Trip ke 5	Trip ke 6		
1	5	8	16	0.5	1		50					50							45	45
2	8	12	16	0.8	1	62						62							54	54
3	10	45	16	2.8	3	70	70	70				210	60	60	60				180	180
4	12	20	16	1.3	2	78		78				156	66	66					132	132
5	15	24	16	1.5	2			90	90			180	75	75					150	150
6	18	16	16	1.0	1		102					102				84			84	84
7	21	35	16	2.2	3		114	114	114			342	93	93	93				279	279
8	25	28	16	1.8	2	130		130				260	105	105					210	210
9	30	40	16	2.5	3	150	150	150				450	120	120	120				360	360
10	35	32	16	2.0	2	170	170					340	135	135					270	270
		260			20							2152							1764	1764
Total Waktu Tempuh (menit) ≤ Rmaks:						660	656	632	204			2152	654	654	456				1764	1764
Total Trayek / Kendaraan (unit):						1	1	1	1			4	1	1	1				3	3

dimana : $Rn_i = (2 \frac{d}{v} \times 60) + W_L$ (menit)

d = jarak TPS – TPA (km)

W_L = waktu loading di TPS dan Unloading di TPA = 30 menit

4. Kesimpulan.

1. Metode Penggabungan Berurut merupakan metode penyelesaian masalah transportasi angkutan sampah.
2. Kecepatan perjalanan dan kapasitas muatan kendaraan mempengaruhi jumlah truk dan biaya pengangkutan yang dibutuhkan.

Daftar Acuan.

- [1]. Dimiyati, A & Dimiyati, T.T., *Operations Research—Model-model Pengambil Keputusan*, Edisi Keempat, PT. Sinar Baru Algensindo, Bandung, 1999
- [2]. Maringan Marpaung, H.S., Thesis Magister, Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia, 2004.
- [3]. Tchobanoglous, G., Theisen, H. and Vigil, S., *Integrated Solid Waste Management : Engineering Principles and Management Issues*, International Edition, Mc. Graw Hill, New York, 1993.
- [4]. Horas Saut Maringan Marpaung, (2006), *Jurnal Natur Indonesia*, Volume 9, Nomor 1, Lembaga Penelitian Universitas Riau.

