

## ANALISIS PRODUKTIVITAS SISTEM TRANSPORTASI SAMPAH KOTA PADANG

### PRODUCTIVITY ANALYSIS OF MUNICIPAL WASTE TRANSPORTATION SYSTEM IN PADANG CITY

**Puti Sri Komala<sup>1)</sup>, Rizki Aziz<sup>2)</sup>, Fitra Ramadhani<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Laboratorium Air Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Andalas

<sup>2)</sup>Laboratorium Buangan Padat Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Andalas

E-mail : putisrikomala@ft.unand.ac.id

#### ABSTRAK

*Studi analisis produktivitas sistem transportasi sampah Kota Padang ini dilakukan untuk melihat kemampuan sarana transportasi kota Padang untuk mengangkut sampah dari tempat pewadahan sampah atau dari Tempat Pemindahan Sampah (TPS) ke tempat pembuangan akhir. Sistem transportasi kota Padang terdiri dari sistem transportasi dengan wadah angkut dan wadah tetap. Analisis produktivitas yang dilakukan meliputi jumlah personil yang dibutuhkan, kapasitas sampah yang terangkut, dan jarak yang ditempuh oleh kendaraan angkut dalam satuan waktu pada masing-masing sistem. Hasil analisis memperlihatkan bahwa sistem wadah angkut lebih produktif dibandingkan sistem wadah tetap dilihat dari segi personil dan sampah yang diangkut per ritasi. Jumlah personil sistem wadah angkut per ritasi dua orang sedangkan sistem wadah tetap sebanyak tiga orang, kapasitas total sampah yang diangkut dengan sistem wadah angkut sebesar 372 m<sup>3</sup>/hari sedangkan sistem wadah tetap sebesar 213 m<sup>3</sup>/harinya, dan jarak tempuh total sistem wadah angkut perjamnya adalah 27,78 km sedangkan sistem wadah tetap sejauh 8,6 km. Waktu angkut rata-rata yang dibutuhkan pada sistem wadah tetap adalah 4,53 jam per ritasi lebih besar dibandingkan dengan sistem wadah angkut yaitu 1,23 jam. Berdasarkan waktu tersebut diperoleh produktivitas personil sistem wadah tetap 0,66 orang/jam dan pada sistem wadah angkut 1,63 orang/jam. Meskipun produktivitas personil SCS lebih kecil, namun SCS diperlukan di daerah pemukiman dengan timbulan sampah kecil, sedangkan HCS untuk kuantitas sampah yang besar dan spesifik.*

*Kata kunci: transportasi sampah Kota Padang, sistem wadah angkut, sistem wadah tetap, produktivitas.*

#### ABSTRACT

*The analysis study of the waste transportation system productivity in Padang city was carried out to evaluate the transportation vehicle capacity in Padang city for transporting waste either from the waste container or from the transfer station to the disposal site. Padang's waste transportation system consists of hauled container system (HCS) and stationary container system (SCS). Productivity analysis included the personal number required, the capacity of the waste transported and the vehicle haul distance of each system. Results showed that the HCS was more productive than SCS in terms of personnel required and waste transported per ritation. The number of collector in HCS per ritation was two persons while that of SCS was three persons, total capacity of waste transported by HCS was 372 m<sup>3</sup>/day while the SCS hauled 213 m<sup>3</sup>/day, and haul distance of HCS was 27.78 km/hour while the SCS was 8.6 km/hour. The average haul time required for SCS was 4.53 hours per ritation larger than that of the HCS i.e. 1.23 hours. Based on the time required the personnel productivity of the SCS was 0.66 person/hour and the HCS was 1.63 persons / hour . Although the personnel productivity of SCS is smaller, but SCS is required in a residential area with a small waste, whereas the HCS for a large quantity of waste and specific.*

*Key words: solid waste transportation of Padang city, hauled container system (HCS), stationary container system (SCS), productivity.*

## PENDAHULUAN

Sistem pengumpulan dan pengangkutan sampah merupakan salah satu elemen pelayanan yang paling mahal yang harus disediakan suatu kota dalam sistem pengelolaan sampah untuk penduduknya (Li, 2006). Hal ini ditegaskan juga oleh Apaydin (2007), bahwa pengumpulan sampah kota memerlukan sekitar 85% biaya total sistem pengelolaan sampah. Oleh karena itu produktivitas pengumpulan dan pengangkutan sampah merupakan hal yang penting bagi pengelola kota dalam menentukan keberhasilan pelayanan persampahan kotanya.

Sistem transportasi sampah yang umum digunakan adalah sistem wadah angkut dan sistem wadah tetap. Sistem wadah angkut adalah sistem pengumpulan sampah yang wadah pengumpulannya dapat dipindah-pindah dan ikut dibawa ke tempat pembuangan akhir, sedangkan sistem wadah tetap merupakan sistem pengumpulan sampah yang wadah pengumpulannya tidak dibawa berpindah-pindah (tetap). Sistem wadah angkut umumnya digunakan untuk daerah komersial, sementara sistem wadah tetap merupakan sistem wadah yang ditujukan untuk melayani daerah pemukiman. Wadah pengumpulan yang digunakan dapat berupa wadah yang dapat diangkat atau yang tidak dapat diangkat.

Kota Padang sebagai ibu kota Provinsi Sumatera Barat merupakan salah satu kota besar yang terus berkembang baik dari segi ekonomi maupun pembangunan. Sebagai dampak dari perkembangan tersebut limbah padat yang dihasilkan semakin meningkat, sehingga diperlukan sarana pengumpulan dan transportasi sampah

yang memadai agar sampah tidak menumpuk di sumbernya. Dengan penduduk sekitar 900.000 jiwa pada tahun 2012, maka dihasilkan sekitar 2.700 m<sup>3</sup>/hari, sedangkan kemampuan kendaraan yang dimiliki DKP saat ini yaitu 25 kendaraan pengangkut hanya dapat mengangkut sampah sebesar 585 m<sup>3</sup>/hari (Komala, 2010). Dari data tersebut terlihat bahwa kendaraan yang dimiliki DKP belum mampu mengangkut semua sampah yang dihasilkan dari daerah pelayanan setiap harinya. Dengan jumlah sarana kendaraan yang terbatas diperlukan pengoptimalan baik dari segi waktu ritasi, personil maupun penggunaan kendaraan yang ada agar sampah dapat terangkut ke TPA secara efisien. Dalam penelitian ini akan dievaluasi lebih jauh tentang karakteristik sistem transportasi sampah Kota Padang yaitu sistem wadah tetap dan wadah angkut ditinjau dari waktu pengangkutan, jarak tempuh, kapasitas sampah yang diangkut, dan kebutuhan personil. Informasi tersebut diharapkan dapat memberikan gambaran dan masukan bagi Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Padang khususnya untuk meningkatkan pelayanan sampah kota Padang.

## METODOLOGI

Dalam penelitian ini pengumpulan data-data sekunder yang terkait dengan sistem pengelolaan persampahan khususnya pengumpulan dan pengangkutan sampah diperoleh dari Dinas Kebersihan dan Pertamanan (DKP) Kota Padang. Data-data tersebut adalah data usia, jumlah truk dan ukuran, jumlah dan lokasi sarana pewadahan, sedangkan data-data pengamatan lapangan dilakukan melalui

pengukuran dan pengamatan langsung di lapangan.

### **Pengamatan Lapangan**

Sistem transportasi/pengangkutan sampah yang diamati diklasifikasikan berdasarkan dua sistem yaitu sistem wadah angkut dan sistem wadah tetap. Sistem wadah angkut menggunakan kendaraan *armroll truck*, sedangkan sistem wadah tetap menggunakan jenis kendaraan pengangkut sampah *dump truck* dan truk biasa.

Data-data yang diperlukan pada setiap sistem meliputi:

1. Data karakteristik kendaraan mencakup jumlah, jenis dan jarak tempuh kendaraan;
2. Data kapasitas sampah yang diangkut per ritasi; waktu pengambilan sampah per ritasi yang terdiri atas waktu kendaraan keluar pool, waktu menuju ke tempat pengumpulan, waktu pindah ke tempat pengumpulan lain, waktu bongkar muat sampah, dan waktu pengangkutan dari sumber ke TPA dan waktu kembali ke pool dari masing-masing sistem diukur.

Pengukuran waktu dilakukan dengan menggunakan *stopwatch*, sedangkan jarak tempuh diukur dengan *speedometer* pada kendaraan.

### **Analisis Produktivitas Sistem Transportasi Sampah**

Menurut Propenko (1992) definisi umum produktivitas adalah hubungan antara output yang dihasilkan oleh suatu produksi atau sistem pelayanan dengan input yang diberikan untuk mendapatkan output tersebut. Produktivitas juga didefinisikan sebagai hasil dan waktu yang diperlukan

untuk menyelesaikannya. Dalam sistem pengumpulan sampah elemen petugas pengumpul merupakan salah satu aspek input yang menentukan dalam hal produktivitas atau efisiensi pelayanan sampah. Produktivitas sistem transportasi sampah dinilai berdasarkan jumlah personil yang dibutuhkan dalam satuan waktu (jam), kapasitas sampah yang terangkut dalam satuan waktu (jam), dan jarak yang ditempuh oleh kendaraan angkut dalam satuan waktu (jam). Parameter-parameter dari masing-masing sistem tersebut dibandingkan kemudian dievaluasi baik kelebihan maupun kekurangannya.

### **Waktu dan Tempat Penelitian**

Waktu dan tempat pengambilan data dilakukan di daerah pelayanan Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Padang mulai pukul 04.00-06.00 WIB sampai pukul 11.00-17.00 WIB. Pengambilan data dilakukan sebanyak 25 kali, sesuai dengan jumlah dan jenis kendaraan yang diikuti.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Sistem Transportasi Sampah Kota Padang Saat Ini**

Sistem transportasi sampah kota Padang saat ini secara umum dibagi menjadi dua jenis sistem pengangkutan sampah yaitu sistem wadah tetap dan sistem wadah angkut. Sistem wadah tetap digunakan truk biasa dan *dump truck* sebagai kendaraan pengumpul untuk mengangkut sampah yang berasal dari sistem *door to door* dan komunal. Pada sistem komunal sampah yang dikumpulkan berasal dari transfer depo kemudian diangkut menuju TPA. Sesuai dengan sistem pengangkutan tersebut, secara lebih detail akan diuraikan

karakteristik masing-masing sistem mulai dari waktu ritasi, rute kendaraan, analisis produktivitas serta komponen waktu setiap proses pengangkutan sampah.

### Sistem Wadah Tetap dengan Truk Biasa

Truk biasa yang digunakan berupa truk dengan bak konstruksi kayu sebanyak 3 unit, kapasitas sampah yang diangkut melebihi kapasitas bak truk, sehingga sampah yang diangkut melebihi kapasitas kendaraan sebenarnya ( $8 \text{ m}^3$ ). Jumlah ritasi, kapasitas sampah yang diangkut, waktu ritasi dan jarak tempuh per ritasi setiap kendaraan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Jumlah Ritasi, Kapasitas Sampah yang Diangkut, Waktu per Ritasi, dan Jarak Tempuh per Ritasi Truk Biasa

| No. Truk | Jumlah Ritasi | Kapasitas Sampah yang Diangkut ( $\text{m}^3$ ) | Waktu per Ritasi (Jam) | Jarak Tempuh per Ritasi (km) |
|----------|---------------|---|------------------------|------------------------------|
| 1.       | 1             | 10,5  | 5,6                    | 39                           |
| 2.       | 1             | 11,55   | 6,4                    | 34                           |
| 3.       | 2             | 12,6  | 5,5                    | 26                           |
|          |               | 12,6  | 7,0                    | 47                           |

Setiap truk memiliki personil sebanyak 4 orang, dengan 1 orang bertugas sebagai supir dan 3 orang lainnya bertugas mengangkut sampah ke dalam bak truk. Sampah yang diangkut berasal dari sistem pengumpulan *door to door* dan komunal. Pada sistem komunal, sampah yang diangkut berasal dari transfer depo. Sampah dari transfer depo (di daerah Pegambiran) diambil di ritasi kedua. Pengambilan sampah pada transfer depo ini hanya dilakukan satu kali pengambilan setiap harinya. Personil kendaraan pengangkutan ini terdiri dari dua orang, yaitu sopir dan petugas yang memindahkan sampah ke kendaraan.

Waktu ritasi setiap kendaraan berkisar antara 5,6 – 7 jam, sedangkan jarak tempuh per ritasi adalah antara 26 – 47 km. Jarak tempuh ritasi diatur sedemikian rupa, sehingga pada kapasitas sampah diangkut yang lebih besar jarak tempuh ritasinya lebih kecil dibandingkan dengan kapasitas sampah diangkut yang lebih kecil. Namun pada sistem komunal kapasitas sampah terangkut cukup besar yaitu  $12,6 \text{ m}^3$  dengan jarak tempuh paling jauh. Hal ini dilakukan karena pengambilan hanya dilakukan satu kali setiap hari dan dibawa langsung ke TPA. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Komala dkk. (2010) dijelaskan bahwa kendaraan pengangkut wadah tetap di Kota Padang diatur merata pada jarak-jarak ritasi tertentu sesuai dengan usia kendaraannya. Komala mengungkapkan bahwa usia kendaraan pun turut menentukan jumlah ritasi yang dilakukan perharinya. Semakin tua usia kendaraan semakin kecil ritasi perharinya.

### Sistem Wadah Tetap dengan *Dump Truck*

*Dump truck* yang digunakan berjumlah 11 unit, dengan kapasitas truk  $7-8 \text{ m}^3$ , 2 unit yang berkapasitas sebesar  $8 \text{ m}^3$  dan 9 unit dengan kapasitas  $7 \text{ m}^3$ . 8 buah truk dimodifikasi dengan penambahan papan di sekeliling bak truk sehingga kapasitas bak truk juga mengalami penambahan sebesar  $3,5 \text{ m}^3$ . Sisanya 3 unit tidak di modifikasi, diantaranya 2 unit berkapasitas  $8 \text{ m}^3$  dan 1 unit berkapasitas  $7 \text{ m}^3$ . Sampah yang diangkut berasal dari sistem pengumpulan sampah *door to door* dan komunal. Sistem komunal melayani transfer depo yang terdapat di perumahan Belimbing. Secara keseluruhan, jumlah personil

pengangkutan sampah untuk *dump truck* tidak jauh berbeda dengan personil truk biasa, namun terdapat 1 unit *dump truck* berkapasitas 8 m<sup>3</sup> dengan personil 6 orang, yaitu 1 orang supir dan 5 orang petugas untuk mengangkut sampah ke dalam bak truk. Jumlah ritasi, kapasitas sampah yang diangkut, waktu ritasi dan jarak tempuh per ritasi setiap *dump truck* dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Jumlah Ritasi, Kapasitas Sampah yang Diangkut, Waktu per Ritasi, dan Jarak Tempuh per Ritasi *Dump truck*

| No Truk | Jumlah Ritasi | Kapasitas Sampah yang Diangkut (m <sup>3</sup> ) | Waktu per Ritasi (menit) | Jarak Tempuh per Ritasi (km) |
|---------|---------------|--|--------------------------|------------------------------|
| 1.      | 1             | 11,55  | 4,5                      | 38                           |
| 2.      | 1             | 11,55  | 3,9                      | 45                           |
| 3.      | 2             | 11,9   | 4,5                      | 41                           |
|         |               | 10,5   | 3,3                      | 44                           |
| 4.      | 1             | 10,5   | 3,7                      | 41                           |
| 5.      | 2             | 11,55  | 4,7                      | 42                           |
|         |               | 10,5   | 3,8                      | 35                           |
| 6.      | 2             | 10,5   | 3,7                      | 36                           |
|         |               | 8,75   | 3,0                      | 54                           |
| 7.      | 1             | 7  | 3,0                      | 35                           |
| 8.      | 2             | 8  | 3,7                      | 28                           |
|         |               | 8  | 5,0                      | 42                           |
| 9.      | 2             | 12,6   | 5,3                      | 32                           |
|         |               | 10,5   | 3,8                      | 44                           |
| 10.     | 1             | 10,25  | 4,4                      | 36                           |
| 11.     | 1             | 11,9   | 3,5                      | 40                           |

Jarak tempuh per ritasi *dump truck* sekitar 35-45 km, namun terdapat dua buah truk dengan jarak tempuh melebihi yang lainnya yaitu 54 km, sedangkan satu truk lain hanya 28 km. Komala dkk. (2010) juga menyatakan bahwa kendaraan *dump truck* diatur sedemikian rupa, kendaraan yang berusia muda memiliki jarak tempuh terbesar (54 km) meskipun kapasitas angkutnya hanya berkisar 8,75 m<sup>3</sup>. Sementara jarak tempuh terkecil (28 km) dilakukan oleh usia kendaraan yang paling

tua dengan kapasitas angkut sampah terkecil yaitu 8,75 m<sup>3</sup>. Rute yang dilalui oleh truk biasa dan *dump truck* pada umumnya adalah rute terpendek ke TPA, namun lamanya waktu tempuh akan tergantung dari kepadatan waktu kendaraan melewati jalan tersebut dan banyaknya sampah yang diangkut. Rute jalur yang dilalui oleh truk biasa dan *dump truck* dipresentasikan pada Tabel 3.

Pemilihan rute jalur transportasi ini merupakan rute jalur yang optimal yang ditentukan oleh pengendara baik berdasarkan pengalamannya maupun *trial and error*. Jalur yang optimal akan mempengaruhi keberhasilan pengelolaan sampah perkotaan di samping menurunkan biaya yang diperlukan. Produktivitas sistem transportasi sampah salah satunya dipengaruhi oleh jarak yang ditempuh oleh kendaraan angkut dalam satuan waktu.

### Sistem Wadah Angkut dengan *Armroll Truck*

*Armroll truck* berjumlah sebanyak 11 unit berkapasitas truk 6 m<sup>3</sup>. Jumlah kontainer yang diangkut setiap hari berkisar antara 5-7 kontainer. Berbeda dengan truk biasa dan *dump truck*, kapasitas angkut sampah sesuai dengan kapasitas kendaraan yaitu 6 m<sup>3</sup>. Sampah yang diangkut berasal dari sistem pengumpulan komunal dengan ritasi 5, 6 dan 7 kali per hari masing-masing pada 6, 3 dan 2 kendaraan. Personil pengangkutan sampah berjumlah 3 orang, terdiri dari 1 orang supir, dan 2 orang lainnya bertugas mengumpulkan sampah-sampah yang berserakan di sekitar kontainer sekaligus membersihkan sampah di lokasi kontainer.

Pengangkutan kontainer dengan *armroll truck* dilakukan dengan tiga cara, yaitu:

1. *Armroll truck* dari pool membawa kontainer kosong menuju lokasi kontainer pertama, kemudian menggantinya dengan kontainer yang sudah terisi sampah. Setelah di kosongkan di TPA, kontainer tersebut diangkut ke lokasi kontainer selanjutnya, kembali menggantinya dengan kontainer yang berisi sampah, begitu seterusnya. Setelah ritasi terakhir, *armroll truck* dengan mengangkut kontainer kosong kembali ke pool.
2. *Armroll truck* langsung menuju lokasi kontainer berisi sampah. Kontainer tersebut langsung diangkut ke TPA untuk dikosongkan, kontainer yang

telah kosong dikembalikan ke tempat semula, kemudian kembali menuju kontainer yang berisi sampah, begitu seterusnya. Pada ritasi terakhir, setelah meletakkan kontainer ke lokasi semula, *armroll truck* kembali ke pool.

3. *Armroll truck* tanpa membawa kontainer kosong, menuju lokasi kontainer yang berisi sampah dan mengangkutnya ke TPA. Setelah dikosongkan, langsung menuju lokasi kontainer selanjutnya, kemudian mengganti kontainer berisi sampah dengan kontainer yang telah dikosongkan tersebut, begitu seterusnya. Pada ritasi terakhir, kontainer yang dikosongkan, diletakkan pada posisi kontainer pertama yang diangkut.

**Tabel 3.** Rute yang Dilalui Truk Biasa dan *Dump Truck* serta Jarak dan Waktu Tempuh Ke TPA

| No. Kendaraan | Rute  | Jarak (km) | Waktu (menit) | Keterangan   |
|---------------|---|------------|---------------|--|
| 1.            | Pool - jln. By Pass - jln. Dr. M Hatta - jln. Andalas - jln. Sawahan - jln. H. Agus Salim - jl. Bgd. Azis Chan - jln. Hiligoo - jln. Dobi - jln. M Yamin - jln. Bgd. Azis Chan - jl. H. Agus Salim - jln. Perintis Kemerdekaan - jln. Teuku Umar - jl. Gadjah Mada - jln. KH Ahmad Dahlan - jln. Raden Saleh - jln. Juanda (putar) - jln. Raden Saleh - jln. KH Ahmad Dahlan - jln. Gadjah Mada - jln. Raya Siteba - jln. Raya Pagang - jln. By Pass - jln. Lb. Minturun - TPA Air Dingin | 39         | 5,6           | Rute yang dilewati merupakan jalur terpendek. Jalur ke TPA merupakan jalur padat lalu lintas pada siang hari, namun karena posisi wadah di sekitar lokasi tersebut, maka jalur tersebut merupakan jalur terdekat menuju TPA. |
| 2*            | Pool – jln. By Pass – jln. Dr. M Hatta – jln. Andalas – jln. Sawahan – jln. H. Agus Salim – jl. Bgd. Azis Chan – jln. Bundo Kandung – jln. M. Yamin – jln. Pemuda – jln. Damar – jln. Veteran – jln. Juanda – jln. S. Parman – jln. Prof. Dr. Hamka – jln. Adinegoro – jln. Ikur Koto – jln. Lb. Minturun – TPA Air Dingin  | 34         | 6,4           | Jalur yang dilalui merupakan jalur terdekat menuju lokasi pewardahan, namun waktu total yang digunakan lebih lama dibanding truk no.1, hal ini karena pengaruh kecepatan kendaraan yang dikendarai supir                     |
| 3*            | Pool - jln. By Pass - jln. Dr. M Hatta - jln. Andalas - jln. Sawahan - jln. H. Agus Salim - jl. Bgd. Azis Chan - jln. M. Yamin  | 26         | 5,5           | Jalur yang dilalui merupakan jalur terdekat dan terpendek. Karena pengangkutan dilakukan   |

| No. Kendaraan | Rute  | Jarak (km) | Waktu (menit) | Keterangan  |
|---------------|---|------------|---------------|---|
|               | – jln. Pasar Raya - jln. Permindo - jln. Ratulangi (putar) - jln. Blk. Olo - jln. Pattimura – jln. A. Yani - jln. Rohana Kudus - jln. Blk. Olo - jln. Pattimura – jln. A. Yani - jln. Bandar Purus – jln. Ujung Gurun – jln. Rasuna Said – jln. Khatib Sulaiman - jln. Prof. Dr. Hamka - jln. Adinegoro - jln. Ikur Koto - jln. Lb. Minturun - TPA Air Dingin   |            |               | subuh, maka jln.Pasar Raya dan jln. Permindo yang padat kendaraan tidak berpengaruh. Waktu total lebih lama merupakan pengaruh kesigapan personil.  |
|               | TPA - jln. Lb. Minturun - jln. By Pass – jln. Ampalu Raya – jln. Berlian Jaya - jln. By Pass - jln. Lb. Minturun - TPA Air Dingin   | 47         | 7,0           | Jalur yang dilewati merupakan jalur terpendek, tidak berbelok-belok, dan lancar.  |
| 4.            | Pool – jln. By Pass – jln. Dr. M Hatta – jln. Andalas – jln. Sawahan – jln. H. Agus Salim – jln. Bgd. Azis Chan – jln. Proklamasi (putar) – jln. M. Yamin – jln. Hiligoo – jln. Dobi – jln. Bundo Kandung – jln. Khairil Anwar – jln. Diponegoro – jln. Wolter Mongonsidi – jln. Hang Tuah – jln.Pancasila – jln. Diponegoro – jln. Mongonsidi – jln. Samudera – jln. Koto Marapak – jln. Damar – jln. Samudera – jln. Ujung Blk Olo – jln. Blk. Olo – jln. Pattimura – jln. A. Yani – jln. Sudirman – jln. Khatib Sulaiman – jln. Prof. Dr. Hamka – jln. Adinegoro – jln. Ikur Koto – jln. Lb. Minturun – TPA Air Dingin | 38         | 4,5           | Rute yang dilalui merupakan rute terdekat menuju lokasi pewadahan. Rute yang dipilih menuju TPA merupakan jalur padat lalu lintas, namun lokasi wadah berada pada daerah tersebut, maka jalur yang dilalui merupakan jalur terdekat dan tidak perlu berputar. |
| 5.            | Pool - jln. By Pass – jln. Samarinda – jln. Belawan I – jln. Belawan II – jln. Belawan III – jln. Banjarmasin - jln. By Pass - jln. Lb. Minturun - TPA Air Dingin   | 45         | 3,9           | Jalur yang dilalui merupakan jalur bebas hambatan, tersingkat, lurus tidak berbelok-belok.  |
| 6*            | Pool - jln. By Pass - jln. Dr. M Hatta - jln. Andalas - jln. Sawahan - jln. H. Agus Salim - jl. Bgd. Azis Chan - jln. M. Yamin – jln. Hiligoo - jln. Thamrin - jln. Pondok - jln. Dobi - jln. Pondok – jln. Niaga - jln. Kelenteng - jln. Batang Arau - jln. Nipah – jln. Hayam Wuruk – jln. Gereja – jln. Bundo Kanduang – jln. Hiligoo - jln. M. Yamin – jln. Imam Bonjol – jln. Proklamasi – jln. Kesatria – jln. Dr. Wahidin - jln. Andalas - jln. Dr. M Hatta - jln. By Pass - jln. Lb. Minturun - TPA Air Dingin  | 41         | 4,5           | Jalur yang dilewati merupakan jalur terdekat, lalu lintas tidak begitu padat ketika menuju TPA.   |
| 6*            | TPA - jln. By Pass - jln. Dr. M Hatta - jln. Andalas - jln. Dr. Wahidin - jln. Kesatria - jl. Ganting - jln. Ranah Binuang – jln. AR  | 44         | 3,3           | Jalur yang dilalui merupakan jalur terdekat. Terjadi pergantian personil pada ritasi 2. Waktu   |

| No. Kendaraan | Rute  | Jarak (km) | Waktu (menit) | Keterangan   |
|---------------|---|------------|---------------|--|
|               | Hakim – jln. Pasar Malintang – jln. Pasar Batipuh - jln. Kelenteng - jln. Batang Arau - jln. Muara- jln. Samudera – jln. Olo Ladang - jln. Purus - jln. Veteran - jln. Juanda – jln. Juanda - jln. S. Parman - jln. Prof. Dr. Hamka - jln. Adinegoro - jln. Ikur Koto - jln. Lb. Minturun - TPA Air Dingin  |            |               | yang terpakai lebih sedikit, karena personil lebih cekatan, dan sampah yang diangkut lebih sedikit.  |
| 7.            | Pool - jln. By Pass - jln. Ikur Koto - jln. Adinegoro - jln. Prof. Dr. Hamka - jln. Khatib Sulaiman - jln. Rasuna Said – jln. Kartini – jln. Ujung Gurun - jln. Rasuna Said – jln. Khatib Sulaiman – jln. Jhoni Anwar – jln. S. Parman – jln. Khatib Sulaiman – Jln. Jhoni Anwar – jln. Khatib Sulaiman - Jln. Sudirman – jln. Tan Malaka – Jln. Perintis Kemerdekaan - jln. Terendam – jln. Proklamasi – jln. Kesatria - jln. Parak Pisang – jln. Sisingamangaraja - jln. Andalas - jln. Dr. M Hatta - jln. By Pass - jln. Lb. Minturun - TPA Air Dingin | 41         | 3,7           | Secara keseluruhan jalur yang dilalui merupakan jalur terdekat. Terjadi sedikit perputaran jalur yaitu setelah melewati jln. Jhoni Anwar, menuju jln. Kartini lalu kembali ke jln. Jhoni Anwar. Hal ini karena kemacetan di Jln. Kartini lebih tinggi di pagi hari dibandingkan jln. Jhoni Anwar. Waktu angkut lebih cepat karena personil yang cekatan. |
| 8*            | Pool - jln. By Pass - jln. Dr. M Hatta - jln. Andalas - jln. Sawahan - jln. H. Agus Salim - jl. Sudirman - jln. Ujung Gurun - jln. KISS Mangunsarkoro - jln. Ujung Gurun - jln. Veteran - jln. Damar - jln. Pemuda - jln. Diponegoro - jln. Hayam Wuruk - jln. Samudera - jln. Nipah - jln. Batang Arau - jln. Muara – jln. Samudera – jln. Olo Ladang - jln. Veteran - jln. Juanda - jln. S. Parman - jln. Prof. Dr. Hamka - jln. Adinegoro - jln. Ikur Koto - jln. Lb. Minturun - TPA Air Dingin  | 42         | 4,7           | Jalur yang dilalui merupakan jalur terdekat ketika menuju pewadahan dan terpendek menuju TPA.  |
|               | TPA - jln. By Pass - jln. Raya Pagang - jln. Siteba - jln. Gadjah Mada - jln. Jhoni Anwar - jln. Paus - jln. S. Parman - jln. Prof. Dr. Hamka - jln. Adinegoro – jln. Ikur Koto - jln. Lb. Minturun - TPA Air Dingin  | 35         | 3,8           | Jalur yang dilalui merupakan jalur terdekat dengan lokasi pewadahan, tidak perlu berputar-putar.   |
| 9.            | Pool - jln. By Pass - jln. Ikur Koto - jln. Adinegoro - jln. Prof. Dr. Hamka - jln. Khatib Sulaiman - jln. Rasuna Said - jln. Sudirman - jln. Bgd. Azis Chan - jln. M. Yamin – jln. Pemuda - jln. Damar - jln. Veteran - jln. Juanda - jln. S. Parman - jln. Prof. Dr. Hamka - jln. Adinegoro - jln. Ikur Koto - jln. Lb. Minturun - TPA Air Dingin   | 36         | 3,7           | Jalur yang dilewati merupakan jalur terdekat menuju lokasi pewadahan dan TPA. Waktu angkut lebih cepat karena personil yang cekatan.   |



| No. Kendaraan | Rute  | Jarak (km) | Waktu (menit) | Keterangan   |
|---------------|---|------------|---------------|--|
| 9*            | TPA - jln. By Pass - jln. Lb. Minturun - jln. Ikur Koto - jln. Adinegoro - jln. Prof. Dr. Hamka - jln. Khatib Sulaiman - jln. Rasuna Said - jln. Raden Saleh - jln. Veteran - jln. Purus IV - Jln. Olo Ladang - jln. Samudera - jln. Muara - jln. Batang Arau (putar)- Jln. Muara - jln. Samudera - Jln. Olo Ladang - jln. Veteran - jln. Juanda - jln. S. Parman - jln. Prof. Dr. Hamka - jln. Adinegoro - jln. Ikur Koto - jln. Lb. Minturun - TPA Air Dingin   | 54         | 3,0           | Jalur yang dilewati merupakan jalur terdekat menuju lokasi pewadahan dan TPA. Waktu angkut kecil karena sampah yang diangkut lebih sedikit.  |
| 10.           | Pool - jln. By Pass - jln. Raya Pagang - jln. Siteba - jln. Gadjah Mada - jln. Siteba - jln. Jhoni Anwar - jln. Khatib Sulaiman - jln. Rasuna Said (putar) - jln. Khatib Sulaiman - jln. Jhoni Anwar - jln. S. Parman - jln. Prof. Dr. Hamka - jln. Adinegoro - jln. Ikur Koto - jln. Lb. Minturun - TPA Air Dingin   | 35         | 3,0           | Jalur yang dilewati merupakan jalur terdekat menuju lokasi pewadahan dan TPA. Waktu lebih kecil karena pengaruh kesigapan personil dan jumlah sampah yang diangkut lebih sedikit.  |
| 11*           | Pool - jln. By Pass - jln. Dr. M Hatta - jln. Andalas - jln. Dr. Wahidin - jln. Proklamasi - jln. Bgd. Azis Chan - jln. Thamrin - jln. Ganting (putar) - jln. Thamrin - jln. St. Syahrir - jln. Ganting - jln. Dr. Wahidin - jln. Sawahan - jln. Perintis Kemerdekaan - jln. Gadjah Mada - jln. Raya Siteba - jln. Raya Pagang - jln. By Pass - jln. Lb. Minturun - TPA Air Dingin  | 28         | 3,7           | Jalur menuju lokasi pewadahan merupakan jalur terdekat, namun ketika menuju TPA, jalur yang dilalui yaitu jln. Perintis Kemerdekaan- jln. Raya Siteba merupakan jalur padat lalu lintas. Karena lokasi pewadahan terakhir tidak terletak di sekitar jalan tersebut, maka sebaiknya yang dilewati adalah jln.Sawahan-jln. Andalas, karena lebih lancar. |
|               | TPA - jln. By Pass - jln. Kuranji - jln. Rambutan (perumahan Belimbing) - jln. Kuranji - jln. By Pass - jln. Lb. Minturun - TPA Air Dingin  | 42         | 5,0           | Jalur yang dilewati merupakan jalur terpendek menuju lokasi pewadahan dan TPA. Waktu angkut kecil karena sampah lokasi pewadahan hanya 1.  |
| 12*           | Pool - jln. By Pass - jln. Dr. M Hatta - jln. Andalas - jln. Sawahan - jln. H. Agus Salim - jln. Bgd. Azis Chan - jln. Imam Bonjol - jln. Sei Bong - jln. Tepi Pasang - jln. HOS Cokroaminoto - jln. Pulau Karam - jln. Nipah - jln. Kampung Sebelah - jln. HOS Cokroaminoto - jln. Nipah - jln. Diponegoro - jln. Hang Tuah - jln. Samudera - jln. Olo Ladang - jln. Veteran - jln. Juanda - jln. S. Parman - jln. Prof Dr. Hamka - jln. Adinegoro - jln. Ikur Koto - jln. Lb. Minturun - TPA Air Dingin | 32         | 5,3           | Rute yang dilalui merupakan rute terdekat menuju lokasi pewadahan. Rute yang dipilih menuju TPA merupakan jalur terdekat, tidak perlu berputar. Waktu angkut lebih lama, karena pengaruh kesigapan personil dan sampah yang diangkut lebih banyak.   |

| No. Kendaraan | Rute   | Jarak (km) | Waktu (menit) | Keterangan  |
|---------------|--|------------|---------------|---|
|               | TPA - jln. By Pass - jln. Dr. M Hatta - jln. Andalas - jln. Azizi – jln. Bandar Bekali – jln. Azizi – jln. Andalas – jln. Ikhlas – jln. Dr. Sutomo – jln. Lubeg – jln. By Pass - jln. Lb. Minturun - TPA Air Dingin  | 44         | 3,8           | Jalur yang dilewati merupakan jalur terpendek menuju lokasi. Jalannya tidak berbelok-belok, personil cekatan.   |
| 13.           | Pool - jln. By Pass - jln. Dr. M Hatta - jln. Andalas - jln. Sawahan - jln. H. Agus Salim - jln. Bgd. Azis Chan - jln. H. Agus Salim - jln. Sawahan – jln. Dr. Wahidin - jln. Proklamasi - jln. Kesatria - jln. Ganting - jln. Dr. Wahidin - jln. Sisingamangaraja - jln. Andalas - jln. Dr. M Hatta - jln. By Pass - jln. Lb. Minturun - TPA Air Dingin | 36         | 4,4           | Jalur yang dilewati merupakan jalur terpendek menuju lokasi pewadahan dan TPA. Waktu angkut lebih lama karena jumlah sampah yang diangkut lebih banyak. |
| 14.           | Pool - jln. By Pass - jln. Dr. M Hatta - jln. Andalas - jln. Sisimangaraja - jln. Dr. Wahidin - jln. Parak Pisang - jln. Air Camar (putar) - jln. Parak Gadang - jln. Dr. Sutomo- jln. Andalas - jln. Dr. M Hatta - jln. By Pass - jln. Lb. Minturun - TPA Air Dingin  | 40         | 3,5           | Jalur yang dilewati merupakan jalur tersingkat menuju lokasi. Pesonil cekatan, sehingga waktu angkut lebih sedikit.                                     |

Keterangan: no 1 s/d 3 truk biasa, no. 4 s/d 14 *dump truck*

\* Kendaraan mempunyai dua jalur tempuh yang berbeda

Secara keseluruhan jumlah ritasi, kapasitas sampah yang diangkut, waktu ritasi dan jarak tempuh per ritasi setiap *armroll truck* dapat dilihat pada Tabel 4.

Umumnya kendaraan dengan 5 ritasi perhari mempunyai jarak tempuh lebih rendah dibandingkan ritasi yang lebih tinggi, sementara ritasi 7 kali memperlihatkan jarak tempuh tertinggi yaitu 41,86 km dengan waktu tempuh lebih dari satu jam. Namun terdapat beberapa ritasi dengan jarak tempuh yang lebih rendah, akan tetapi waktu ritasi rata-ratanya relatif lebih tinggi. Penelitian Komala (2010) mengungkapkan bahwa sistem transportasi dengan *armroll truck* tidak begitu mempertimbangkan faktor usia kendaraan dalam pengaturan ritasinya. Dia menjelaskan bahwa kendaraan dengan usia tinggi melakukan ritasi > 5 kali.

**Tabel 4.** Kapasitas Sampah, Waktu per Ritasi, dan Jarak Tempuh *Armroll Truck*

| No. Truk | Jumlah Ritasi | Kapasitas angkut sampah (m <sup>3</sup> ) | Waktu Rerata per Ritasi (Jam) | Jarak Tempuh Rerata (km) |
|----------|---------------|---|-------------------------------|--------------------------|
| 1        | 6             | 36  | 1,09                          | 35,67                    |
| 2        | 7             | 42  | 1,23                          | 41,86                    |
| 3        | 6             | 36  | 0,78                          | 34                       |
| 4        | 5             | 30  | 0,84                          | 29                       |
| 5        | 5             | 30  | 0,70                          | 29,6                     |
| 6        | 6             | 30  | 1,37                          | 40,17                    |
| 7        | 7             | 42  | 0,85                          | 31,71                    |
| 8        | 5             | 30  | 0,84                          | 31,8                     |
| 9        | 5             | 30  | 1,26                          | 30,6                     |
| 10       | 5             | 30  | 1,10                          | 29,4                     |
| 11       | 5             | 30  | 0,74                          | 29,4                     |

### Produktivitas Sistem Transportasi Sampah Kota Padang

Produktivitas sistem transportasi sampah Kota Padang merupakan penjabaran dari kegiatan kendaraan dalam mengangkut

sampah, yang dipengaruhi oleh waktu, jarak tempuh, personil, wadah yang dikosongkan, dan kapasitas sampah yang terangkut. Masing-masing komponen tersebut saling berkaitan satu sama lain.

### Waktu dan Jarak Tempuh

Variabel waktu merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi produktivitas angkut kendaraan. Waktu pengangkutan sampah kota masing-masing sistem dengan rata-rata pengangkutan 22 wadah pada sistem wadah tetap, sedangkan sistem wadah angkut melayani 1 kontainer saja. Total waktu pengangkutan meliputi beberapa elemen kegiatan yang membutuhkan waktu rerata untuk masing-masing kegiatan tersebut seperti yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Selain waktu kendaraan keluar dan masuk pool, terdapat perbedaan antara waktu pengangkutan pola sistem wadah tetap dan sistem wadah angkut. Secara keseluruhan waktu ritasi masing-masing sistem pun memperlihatkan perbedaan yang menyolok. Hal ini dikarenakan untuk sistem wadah angkut, wadah sampah yang akan dikosongkan langsung diangkut ke TPA sedangkan sistem wadah tetap harus mengosongkan wadah satu persatu sebelum diangkut ke TPA. Waktu bongkar muat sampah yang dibutuhkan oleh sistem wadah angkut lebih pendek dibandingkan dengan sistem wadah tetap, karena kendaraan *arm roll* sudah dilengkapi alat otomatis untuk mengangkut/membongkar kontainer dibandingkan dengan sistem wadah tetap yang sebagian besar masih menggunakan tenaga manusia. Semakin jauh lokasi pewadahan sampah, semakin jauh pula jarak yang akan ditempuh kendaraan angkut, dan semakin banyak

waktu yang terpakai. Jarak tempuh rata-rata untuk sistem wadah tetap adalah 38,95 km, dan untuk sistem wadah angkut adalah 34,16 km. Produktivitas jarak tempuh dapat diketahui dengan membagi nilai jarak ritasi yang diperoleh dengan waktu rata-rata per ritasi. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 5.** Komponen Waktu Pengangkutan Sampah

| No. | Waktu Selama Pengangkutan  | Sistem Wadah Tetap | Sistem Wadah Angkut |
|-----|--|--------------------|---------------------|
| 1.  | Waktu menuju lokasi pewadahan pertama  | 0,39 jam           | 0,36 jam            |
| 2.  | Waktu menuju lokasi pewadahan satu ke lokasi pewadahan lain  | 0,13 jam           | 0,79 jam            |
| 3.  | Waktu untuk bongkar muat sampah dari masing-masing wadah yang dikosongkan ke kendaraan                         | 0,36 jam           | 0,011 jam           |
| 4.  | Waktu yang dibutuhkan untuk mengangkut sampah dari lokasi wadah terakhir menuju lokasi pembuangan akhir (TPA). | 0,47 jam           | 0,52 jam            |
| 5.  | Waktu pengosongan bak pengangkut di TPA  | 0,19 jam           | 0,085 jam           |
| 6.  | Waktu kembali ke pool rata-rata  | 0,25 jam           | 0,25 jam            |
| 7.  | Waktu per ritasi kendaraan angkut  | 4,53 jam           | 1,23 jam            |

Produktivitas kendaraan sistem wadah tetap berdasarkan jarak dan waktu tempuh yaitu 8,60 km/jam, lebih kecil dibandingkan sistem wadah angkut 27,78 km/jam. Semakin besar waktu yang

diperlukan akan memperkecil nilai produktivitas.

Pada sistem wadah tetap diperlukan waktu yang lebih lama untuk memuat/membongkar sampah dari wadah ke kendaraan karena menggunakan sistem manual serta jumlah wadah yang lebih banyak yang ditangani selama pengumpulan sampah mengakibatkan nilai produktivitas lebih rendah. Sementara pada sistem wadah angkut hanya melayani satu kontainer saja sehingga produktivitas jarak lebih besar. Pada sistem wadah tetap produktivitas dapat diperbesar dengan menambah kendaraan angkut atau memperkecil sumber sampah yang diangkut.

**Tabel 6.** Perhitungan Produktivitas Jarak Tempuh

| Sistem              | Jarak Tempuh Rata-rata (km) | Waktu Per Ritasi Kendaraan (jam) | Produktivitas (km/jam) |
|---------------------|-----------------------------|----------------------------------|------------------------|
| Sistem Wadah Tetap  | 38,95                       | 4,53                             | 8,60                   |
| Sistem Wadah Angkut | 34,16                       | 1,23                             | 27,78                  |

**Personil**

Kesigapan dan keterampilan personil mempengaruhi waktu transportasi sampah, semakin sigap personil dalam melakukan bongkar muat sampah ke kendaraan, semakin cepat waktu total pengangkutan sampah. Jumlah rata-rata pekerja untuk sistem wadah tetap adalah 3 orang dan sistem wadah angkut sebanyak 2 orang. Produktivitas personil pengangkut sampah adalah rasio jumlah petugas dengan waktu rata-rata ritasi, nilai ini ditampilkan pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Perhitungan Produktivitas Personil

| Sistem              | Jumlah Pekerja (orang) | Waktu per Ritasi Kendaraan (jam) | Produktivitas (orang/jam) |
|---------------------|------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| Sistem Wadah Tetap  | 3                      | 4,53                             | 0,66                      |
| Sistem Wadah Angkut | 2                      | 1,23                             | 1,63                      |

Pada sistem wadah tetap untuk 1 jam waktu ritasi diperlukan pekerja sebesar 0,66 orang dan pada sistem wadah angkut untuk 1 waktu ritasi diperlukan pekerja sebanyak 1,63 orang. Meskipun pada sistem wadah tetap diperlukan jumlah pekerja lebih kecil 0,66 orang per jam ritasi, akan tetapi diperlukan waktu yang lebih lama dalam periode ritasinya yaitu 4,53 jam, sehingga petugas yang dibutuhkanpun lebih banyak. Berbeda dengan sistem wadah angkut, meskipun dibutuhkan 1,63 orang setiap 1 jam waktu ritasi, karena waktu rata-rata dalam 1 ritasi lebih kecil yaitu 1,23 jam sehingga pada sistem wadah angkut diperlukan pekerja hanya 2 orang setiap ritasinya. Masing-masing sistem mempunyai karakteristik sumber sampah spesifik yang dilayani. Pada sistem wadah tetap sumber sampah yang dilayani lebih banyak yaitu sampah domestik namun kuantitasnya kecil, sehingga diperlukan waktu yang lebih lama. Sebaliknya pada sistem wadah angkut, yang dilayani adalah kuantitas sampah yang besar, namun jumlahnya sedikit, sehingga waktu yang diperlukan relatif sedikit pula. Tchobanoglous (1993) mengungkapkan bahwa sistem wadah tetap cocok untuk melayani sumber sampah dengan kuantitas kecil seperti dari rumah tangga, sedangkan sistem wadah angkut cocok diaplikasikan pada kuantitas sampah

yang besar seperti pasar, daerah komersial. Untuk meningkatkan produktivitas pada sistem wadah tetap, salah satu alternatifnya adalah melengkapi kendaraan untuk menaikkan wadah sampah pada kendaraan.

### **Kapasitas Sampah yang Diangkut**

Kapasitas sampah rata-rata yang diangkut oleh kendaraan pada sistem wadah tetap adalah 10,64 m<sup>3</sup> dengan waktu ritasi rata-rata 4,53 jam dan sistem wadah angkut 6 m<sup>3</sup> dengan waktu ritasi rata-rata 1,23 jam. Meskipun sistem wadah tetap mempunyai produktivitas sampah yang diangkut lebih kecil yaitu 2,35 m<sup>3</sup>/jam dibandingkan dengan sistem wadah tetap yaitu 4,88 m<sup>3</sup>/jam, namun aplikasi masing-masing sistem berbeda-beda. Sistem wadah tetap diperlukan biasanya di daerah dengan timbulan sampah kecil, sedangkan sistem wadah angkut untuk kuantitas sampah yang besar dan tidak memungkinkan untuk menggunakan sistem wadah tetap, sehingga kombinasi keduanya diperlukan dalam penanganan sampah suatu kota. Untuk meningkatkan efektifitas sistem wadah tetap penambahan transfer depo dapat menjadi pertimbangan. Di kota Padang tercatat hanya terdapat dua buah transfer station yaitu di Pegambiran dan Belimbing, sedangkan agar biaya transportasi tidak besar dan efektifitas petugas pengumpul sampah dalam mengumpulkan sampah dapat ditingkatkan jika jarak sumber sampah ke transfer depo tidak terlalu jauh. Hal ini juga ditegaskan oleh Kirca (1988) bahwa *transfer station* yang bersih dan efisien dengan gangguan lingkungan yang minimal dapat diaplikasikan di kota besar. Menurut Kirca keuntungannya adalah biaya transportasi dari daerah pelayanan ke transfer station

dan kebutuhan armada lebih rendah akibat dari peningkatan utilisasi kendaraan. Namun diungkapkan pula oleh Kirca, bahwa perbandingan ekonomis biaya antara sistem transfer station dan sistem wadah angkut secara langsung harus dilakukan untuk mengetahui biaya yang paling optimal.

### **Rute yang Ditempuh**

Pada umumnya rute kendaraan yang dilalui saat ini adalah jalur terpendek. Pemilihan jalur ini dilakukan selain mempertimbangkan jarak terdekat juga mempertimbangkan kemacetan lalu lintas, pemilihan waktu yang tepat, serta jumlah sampah yang diangkut. Adakalanya jalur yang diambil lebih panjang untuk menghindari kemacetan, misalnya di pagi hari saat aktivitas masyarakat tinggi. Beberapa jalur hanya mengangkut kuantitas sampah yang kecil atau bahkan hanya satu sumber sampah.

Perlu dilakukan pemilihan jalur yang optimum, dengan mempertimbangkan jarak, waktu serta jumlah sampah yang diangkut. Pemilihan jalur yang optimum selain dapat meningkatkan produktivitas juga dapat menurunkan biaya pengelolaan sampah, karena biaya yang dikeluarkan proporsional dengan jarak yang ditempuh. Penelitian Apaydin (2007) dengan mengoptimasi rute di kota Trabzon menggunakan *software* dapat mengurangi jarak sampai 4-59%, waktu 14-65% dan 24% dari biaya total.

### **SIMPULAN**

Dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

Jarak tempuh rata-rata untuk sistem wadah tetap adalah 38,95 km/ritasi dan sistem wadah angkut adalah 34,16 km/ritasi dengan kapasitas sampah rata-rata yang diangkut untuk sistem wadah tetap antara 10,64 m<sup>3</sup> dan sistem wadah angkut 6 m<sup>3</sup>. Sementara itu waktu rata-rata per ritasi kendaraan pada sistem wadah tetap adalah 4,53 jam lebih besar dibandingkan dengan sistem wadah angkut yaitu 1,23 jam.

Produktivitas sistem transportasi sampah untuk 1 jam waktu ritasi akan menempuh jarak sebesar 8,60 km pada sistem wadah tetap, dan 27,78 km untuk sistem wadah angkut dan memerlukan jumlah pekerja sebanyak 3 orang setiap ritasi pada sistem wadah tetap, dan 2 orang pekerja setiap ritasi pada sistem wadah angkut.

Sistem wadah tetap diperlukan di daerah pemukiman dengan timbulan sampah kecil, sedangkan sistem wadah angkut untuk kuantitas sampah yang besar dan spesifik.

Pemilihan jalur tidak hanya memperhitungkan jalur terpendek, namun faktor kemacetan, pemilihan waktu angkut dan kapasitas sampah yang diangkut perlu dipertimbangkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apaydin, O., dan M.T. Gonullu, 2007. *Route Optimization for solid waste waste collection: Trabzon (Turkey) Case Study*. Global NEST Journal, 9 (1), 6-11
- Kirca, Ö dan N, Erkip, 1988. *Case Study Selecting transfer station locations for large solid waste systems*, European Journal of Operational Research 38, 339-349
- Komala, P.S., R. Aziz, dan F. Ramadhani, 2010. *Evaluasi Karakteristik Kendaraan Pengangkut Sampah Pada Sistem Transportasi Sampah Kota Padang*, Jurnal Dampak, 7 (2)
- Li, J-Q, D. Borensteinb, dan P.B. Mirchandani, *Truck scheduling for solidwaste collection in the City of Porto Alegre, Brazil*. Omega the International journal of management science.doi:10.1016/j.omega.2006.04 .00.
- Prokopenko, J. 1992. *Productivity Management: A Practical Handbook*. Second Edition. International Labour Organization, Geneva, 1992.
- Tchnobanoglous, T., 1993. *Integrated Soild Waste Management Engineering Principle and Management Issues*. Singapura: Mc.Graw-Hill, Inc.