



BAB II
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN
TEORI

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Ambariski dan Herumurti (2016) melakukan penelitian tentang sistem pengangkutan sampah berdasarkan kapasitas kendaraan pengangkut dan kondisi kontainer sampah di Surabaya Barat. Metode analisis yang digunakan adalah metode pengukuran densitas sampah di TPS untuk menentukan faktor kompaksi pengangkutan sampah sehingga dapat digunakan untuk optimasi massa sampah yang bisa diangkat oleh truk untuk sekali ritasi, metode survei lapangan untuk mengetahui massa sampah yang diangkat dari TPS menuju TPA, serta metode survei lapangan tentang pengangkutan sampah dan densitas berdasarkan kapasitas kendaraan pengangkut dan kondisi kontainer sampah. Dari hasil analisis di atas sisa waktu kerja dapat dimanfaatkan dengan perencanaan ulang jumlah ritasi pada setiap truk *arm roll*. Perubahan jumlah ritasi akan berpengaruh pada jumlah kendaraan yang digunakan untuk operasional dan biaya pengangkutan sampah, penggunaan kondisi kontainer tanpa tutup dapat menampung lebih banyak sampah daripada kontainer tertutup. Kapasitas kendaraan dan kondisi kontainer sampah juga berpengaruh pada biaya pengangkutan sampah. Optimasi sistem pengangkutan sampah berdasarkan kapasitas kendaraan pengangkut dan kondisi kontainer sampah yang diberikan telah disesuaikan dengan ketersediaan sarana dan prasarana yang dimiliki oleh DKP Kota Surabaya.

Selanjutnya penelitian oleh Saugi, dkk. (2015), yang berjudul evaluasi teknik operasional persampahan kecamatan Sambas. Metode yang dilakukan adalah pengamatan langsung di lapangan dan membandingkan antara kondisi teknik operasional di Kecamatan Sambas dengan SNI 19-2454-2002 tentang tata cara teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan serta analisis data dilakukan dengan melakukan perhitungan sesuai dengan SNI 3242-2008 tentang Pengelolaan Sampah di Permukiman. Dari hasil analisis di atas, bahwa umur pada zona timbunan di TPA Sorat diprediksi dapat menampung timbunan sampah hingga 9 tahun kedepan dengan total akumulasi timbunan sebesar 122.315 m³, terhitung mulai

tahun 2016 hingga tahun 2025 dan teknik operasional persampahan di Kecamatan Sambas masih belum secara menyeluruh menerapkan sistem teknik operasional yang telah diatur dalam SNI 19-2454-2002. Hanya operasional pewadahan sampah dan pemindahan sampah yang sudah dinilai hampir seluruhnya memenuhi kriteria, sedangkan operasional pengumpulan dan pengangkutan sampah masih belum memenuhi kriteria SNI 19-2454-2002.

Tidak hanya itu, Sihombing dan Aswad (2013), tentang analisa transportasi pengangkutan sampah di Kota Medan. Metode yang digunakan untuk mengetahui sistem pengangkutan dan pola pengumpulan sampah ialah metode karakteristik pola pengangkutan sampah sedangkan untuk menganalisis kebutuhan transportasi pengangkutan sampah adalah metode *Hauled Container System (HCS)* dan *Stationary Container System (SCS)*, serta untuk menganalisis kebutuhan transportasi pengangkutan sampah pada tahun 2020 adalah metode prediksi timbulan sampah. Hasil dari penelitian diatas adalah kebutuhan gerobak/becak sampah pada tahun 2013 adalah 185 unit dan kendaraan pengangkut sampah yang dibutuhkan untuk volume sampah 94,724 ton/hari dari Tempat Pembuangan Sementara (TPS) ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) terdiri dari 12 unit tipper truck ukuran 6m³ untuk 2 ritasi/hari dan 4 unit armroll truck ukuran 10 m³ dengan 10 bak kontiner untuk 3 kali ritasi/hari (2,207 jam/ritasi). Kebutuhan gerobak/becak sampah pada tahun 2020 adalah 201 unit dan kendaraan pengangkut sampah tahun 2020 dengan prediksi volume sampah 101,797 ton/hari adalah 12 unit tipper truck ukuran 6m³ untuk 2 ritasi/hari dan 4 unit armroll truck ukuran 10m³ untuk 3 ritasi/hari dengan 12 bak kontiner.

Selain itu, Apas (2015), melakukan penelitian tentang analisis sistem transportasi pengangkutan sampah Kota Meulaboh. Metode yang digunakan adalah karakteristik pola transportasi pengangkutan sampah untuk mengetahui sistem pengangkutan dan pola pengumpulan sampah, metode *Hauled Container System (HCS)* untuk menganalisa transportasi pengangkutan sampah, metode *Stationary Container System (SCS)* untuk menganalisa transportasi pengangkutan sampah dan metode prediksi timbulan sampah, digunakan untuk memprediksikan volume timbulan sampah penduduk. Dari hasil penelitian tersebut adalah jumlah total

timbunan sampah pada tahun 2014 dengan rata-rata produksi per hari 144,053 ton/hari dan operasional jam kerja satu hari adalah 8,57 jam, pola pengumpulan menggunakan pola individual tidak langsung yang caranya mengumpulkan sampah dari sumber sampah lalu diangkut oleh gerobak/becak motor sampah kemudian dikumpulkan pada titik komunal bak sampah (TPS) lalu diangkut menuju ke TPA dan dibutuhkan 62 unit gerobak/becak motor sampah dalam pengumpulan sampah. Sedangkan kebutuhan *truck* kapasitas 6m³ atau dengan daya angkut 2,4 ton penghasilan sampah per hari dengan total 144,053 ton, maka diperlukan penambahan *truck* dari dasar 15 unit *truck* menjadi 24 unit *truck* kekurangan *truck* pengangkut sampah di tahun 2014 berjumlah 9 unit. Apabila dalam sehari 2 ritasi pengumpulan sampah maka tidak perlu penambahan *truck*.

Penelitian lainnya juga dilakukan oleh Yusuf (2018) dengan judul analisis sistem pengangkutan sampah Kelurahan Sungailiat. Metode yang digunakan adalah metode *Hauled Container System* (HCS) dan metode *Stationary Container System* (SCS). Hasil dari penelitian tersebut bahwapengangkutan dengan metode *Hauled Container System* (HCS) menggunakan kendaraan *arm roller* berkapasitas 4 m³ sebanyak 2 *unit*, kendaraan *arm roll* BN 4702 BZ membutuhkan waktu tempuh untuk mengangkut sampah selama 1,331 jam/ritasi, kendaraan *armroll* BN 4808 BZ membutuhkan waktu tempuh untuk mengangkut sampah selama 1,126 jam/ritasi. Sedangkan, pengangkutan dengan metode *Stationary Container System* (SCS) menggunakan *dump truck* berkapasitas 6 m³ sebanyak 3 *unit*, kendaraan *dump truck* BN 4002 BZ membutuhkan waktu tempuh untuk mengangkut sampah selama 1,179 jam/ritasi, kendaraan *dump truck* BN 4805 BZ membutuhkan waktu tempuh untuk mengangkut sampah selama 1,295 jam/ritasi, kendaraan *dump truck* BN 4807 BZ membutuhkan waktu tempuh untuk mengangkut sampah selama 1,579 jam/ritasi. Jumlah sampah di Kelurahan Sungailiat berdasarkan perhitungan dengan besaran timbunan sampah sebesar 39,017 m³/hari. Jumlah kendaraan pengangkutan sampah untuk kondisi ideal dibutuhkan 7 *unit dump truck* atau 10 *unit arm roll*. Pengelolaan sampah saat ini di Kelurahan Sungailiat secara perencanaan belum sepenuhnya sesuai dengan peraturan SNI 19-2454-2002, mengenai pewadahan sampah belum sesuai dengan peraturan SNI 19-2452-2002, pengangkutan telah sesuai dengan

peraturan SNI 19-2454-2002, dan pengolahan sampah telah sesuai dengan peraturan SNI 19-2452-2002.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Angkutan

Angkutan adalah perpindahan orang dan/atau barang dari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan Kendaraan di Ruang Lalu Lintas Jalan (UU No. 22 tahun 2009, tentang lalu lintas dan angkutan jalan). Selain itu angkutan adalah kegiatan perpindahan orang dan barang dari satu tempat (asal) ke tempat lain (tujuan) dengan menggunakan sarana (kendaraan). Yang harus diperhatikan adalah keseimbangan antara kapasitas moda angkutan (armada) dengan jumlah (volume) barang maupun orang yang memerlukan angkutan. Bila kapasitas armada lebih rendah dari yang dibutuhkan, akan banyak barang maupun orang tidak terangkut, atau keduanya dijejalkan kedalam kendaraan yang ada (Warpani, 2016).

2.2.2 Pengertian Sampah

Sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan atau proses alam yang berbentuk padat. Kemudian yang dimaksud dengan sampah spesifik adalah sampah yang karena sifat, konsentrasi, dan atau volumenya memerlukan pengelolaan khusus (Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008). Adapula, sampah adalah limbah yang bersifat padat terdiri dari bahan organik dan anorganik yang dianggap tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan (SNI 19-2454-2002).

Menurut SNI 19-3983-1995, sumber sampah berasal dari :

1. Perumahan : Rumah permanen, semi permanen, dan non permanen.
2. Non Perumahan : kantor, toko/ruko, pasar, sekolah, tempat ibadah, jalan, hotel, restoran, industri, rumah sakit, dan fasilitas umum lainnya.

2.2.3 Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST)

Menurut UU No. 18 Tahun 2008, Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) adalah tempat dilaksanakannya pengumpulan, pemilihan, penggunaan

ulang, pendaur ulang, dan pemrosesan akhir sampah. Dalam penentuan klasifikasi, spesifikasi, dan lokasi TPST disesuaikan dengan peraturan berlaku seperti pada penentuan Tempat Penampungan Sampah (TPST) dan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah. Adapun klasifikasi TPS sebagai berikut :

1. Berdasarkan SNI 03-3242-2008, TPS diklasifikasikan menjadi 3 yang digunakan dalam penentu yakni :

1) TPS Tipe I

Tempat pemisahan sampah dari alat pengumpul ke alat angkut sampah yang dilengkapi dengan :

- a. Ruang pemilahan
- b. Gudang
- c. Tempat pemisahan sampah yang dilengkapi dengan landasan *container*
- d. Luas lahan $\pm 10 - 50 \text{ m}^2$

2) TPS Tipe II

Tempat pemisahan sampah dari alat pengumpul ke alat angkut sampah yang dilengkapi dengan :

1. Ruang pemilahan (10 m^2)
2. Pengomposan sampah organik (200 m^3)
3. Gudang (50 m^2)
4. Tempat pemindah sampah yang dilengkapi dengan landasan *container* (60 m^2)
5. Luas lahan $\pm 60 - 200 \text{ m}^2$

3) TPS Tipe III

Tempat pemindahan sampah dari alat pengangkut ke alat angkut sampah yang dilengkapi dengan :

- a. Ruang pemilahan (30 m^2)
- b. Pengomposan sampah organik (800 m^2)
- c. Gudang (100 m^2)
- d. Tempat pemindah sampah yang dilengkapi dengan landasan *container* (60 m^2).
- e. Luas lahan $> 200 \text{ m}^2$

2.2.4 Timbulan Sampah

Timbulan sampah adalah banyaknya sampah yang timbul dari masyarakat dalam satuan volume maupun berat per kapita perhari, atau perluas bangunan, atau perjalanan jalan (SNI 19-2454-2002). Selain itu berdasarkan Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, sumber sampah adalah asal timbulan sampah. Jumlah timbulan sampah akan berhubungan dengan penentuan pengelolaan sampah seperti pemilihan peralatan, misalnya wadah, alat pengumpulan dan pengangkutan, perencanaan rute pengangkutan.

Terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi macam, jenis, serta besarnya timbulan sampah. Faktor-faktor tersebut diantaranya adalah :

1. Jenis-jenis Bangunan

Jenis-jenis bangunan yang ada nantinya akan menentukan macam, jenis dan besarnya timbulan sampah, seperti misalnya :

- 1) Bangunan kantor, sampah yang dominan ditimbulkan biasanya adalah *combustible rubbish*.
- 2) Bangunan industri, biasanya menimbulkan sampah yang sebagian besar adalah sejenis.
- 3) Bangunan pasar, sampah *garbage* dan *rubbish* merata.

2. Tingkat aktivitas

Jumlah sampah yang timbul pada setiap bangunan, berhubungan langsung dengan tingkat aktifitas orang-orang yang menggunakannya, misalnya :

- 1) Pabrik gula, semakin besar tingkat produksinya maka semakin besar pula sampah ampas tebu yang dihasilkan.
- 2) Bangunan pasar, semakin banyak pedagang dalam pasar maka semakin banyak pula timbulan sampah yang dihasilkan.

3. Iklim

Daerah tropis memiliki jenis tumbuh-tumbuhan yang lebih lebat dibandingkan yang beriklim kering.

4. Musim

Setiap terjadi pergantian musim maka jenis serta volume sampahnya akan berganti pula dan timbul fluktuasi volume sampah.

5. Letak Geografis.

Buah–buahan yang ada di daerah tropis biasanya lebih banyak mengandung air dari pada di daerah subtropis.

6. Kepadatan dan jumlah penduduk.

Semakin besar kepadatan jumlah penduduk disuatu daerah terutama di daerah perkotaan, maka semakin besar pula volume sampah yang ditimbulkan. Disisi lain lahan untuk pengelolaan sampah yang tersedia semakin sempit.

7. Tingkat Teknologi

Industri yang sudah maju teknologinya akan mencapai efisiensi yang setinggi-tingginya dalam mengolah bahan bakunya, sehingga bahan baku yang digunakan tidak banyak yang terbuang. Bahkan sisa bahan baku yang digunakan sebelumnya pada suatu jenis hasil produksi, dapat digunakan kembali sebagai bahan baku pada hasil produksi lainnya, atau sekurang-kurangnya digunakan sebagai bahan penunjang, sebagai hasil sisa dapat diresidusir.

8. Periode sosial-ekonomi

Di negara yang kondisi ekonominya baik, produksi meningkat, daya beli masyarakat bertambah, maka semakin besar pula timbulan sampahnya.

Spesifikasi timbulan sampah dalam SNI 19-3983-1995 besaran timbulan sampah berdasarkan klasifikasi kota dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 2.1 Besaran Timbulan Sampah Berdasarkan Klasifikasi Kota

No	Klasifikasi Kota (Jumlah Penduduk)	Volume (L/orang/hari)	Berat (kg/orang/hari)
1	Besar (500.000-1.000.000)	2,75-3,25	0,70-0,80
2	Sedang, Kecil (3.000-500.000)	2,50-2,75	0,625-0,70

Sumber : SNI 19-3983-1995

2.2.5 Volume Timbulan Sampah

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 14 /PRT/M/2010 tentang standar pelayanan minimal bidang pekerjaan umum dan penataan ruang, volume sampah dapat dihitung dengan rumus :

Rumus :

$$Q = q \text{ sampah} \times \Sigma p \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

Q = Volume/produksi sampah domestik suatu kota (m³/hari)

q sampah = Laju timbunan sampah (m³/hari)

Σ p = Jumlah populasi terlayani di daerah pelayanan (jiwa)

Menurut Peraturan Menteri PU Nomor 01/PRT/M/2014 dalam petunjuk teknis standar pelayanan minimal bidang pekerjaan umum dan penataan ruang, standar pelayanan minimal (SPM) pengangkutan sampah di perkotaan adalah persentase jumlah penduduk yang dilayani melalui kegiatan pengangkutan sampah terhadap jumlah total penduduk perkotaan, dengan standar pengangkutan sampah ditargetkan 70 % penduduk perkotaan yang harus dilayanin.

$$SPM = (A/B) \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

A = Jumlah penduduk yang dilayani melalui kegiatan pengangkutan sampah (jiwa)

B = Jumlah total penduduk perkotaan (jiwa)

A = (C x 1000 x D x E) / F

Keterangan :

C = Kapasitas kendaraan pengangkut

D = Jumlah ritasi (kali/hari)

E = Jumlah *dump truck* (unit)

F = Timbulan sampah (liter/jiwa/hari)

2.2.6 Proyeksi Jumlah Penduduk

Perhitungan terhadap proyeksi jumlah penduduk sangat penting dilakukan untuk mengetahui jumlah timbulan sampah yang dihasilkan selama periode perencanaan. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) katalog : 2301018 tentang pedoman perhitungan proyeksi penduduk dan angkatan kerja, metode yang dapat digunakan dalam perhitungan proyeksi jumlah penduduk :

Metode *eksponensial* menggambarkan pertambahan penduduk yang terjadi secara sedikit-sedikit sepanjang tahun. Berikut rumus yang digunakan pada metode *eksponensial* :

Rumus :

$$P_t = P_0 e^{rt} \text{ atau } r = \frac{1}{t} \ln \left(\frac{P_t}{P_0} \right) \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

P_t = Jumlah penduduk tahun ke t (jiwa)

P_0 = Jumlah penduduk tahun ke 0 (jiwa)

r = Angka persentase pertumbuhan penduduk (%)

e = Bilangan eksponensial = 2,7182818

t = Rentang waktu antara P_0 dan P_t (tahun)

2.2.7 Proyeksi timbulan sampah

Proyeksi timbulan sampah adalah memperkirakan jumlah sampah pada tahun yang akan datang. Dalam memprediksi jumlah timbulan sampah dapat mengacu pada pertambahan jumlah penduduk tahun rencana dan jumlah timbulan sampah rata-rata harian (m^3 /orang/hari). Jumlah timbulan sampah rata-rata harian didapatkan melalui pengukuran dilapangan.

Rumus :

$$V_s = P_a \times V \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

V_s = Volume timbunan sampah (m^3 / hari)

P_a = Jumlah populasi (orang)

V = Satuan timbunan sampah (m^3 / orang/ hari)

2.2.8 Kebutuhan Armada

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 14 /PRT/M/2010 tentang standar pelayanan minimal bidang pekerjaan umum dan penataan ruang, berikut rumus yang digunakan untuk mengitung kebutuhan armada sampah :

Rumus :

$$\frac{\text{volume sampah (m}^3\text{)}}{\text{volume armada pengangkut} \times \text{ritasi/hari}} = \text{jumlah armada dibutuhkan...}(2.5)$$

2.2.9 Teknik Operasional Sampah

Teknik operasional sampah merupakan sebuah proses kegiatan dalam mengelola sampah mulai dari pewadahan sampah, pengumpulan sampah, pemindahan sampah, pengangkutan sampah, hingga pembuangan akhir sampah yang bersifat terpadu dengan melakukan pemilahan dan daur ulang semaksimal mungkin dari sumber (SNI 19-2454-2002).

Antara lain sebagai berikut :

1. Pewadahan sampah

Pewadahan sampah adalah aktivitas menampung sampah sementara dalam suatu wadah individual atau komunal di tempat sumber sampah adapun sebagai berikut :

1) Pola pewadahan

Melakukan pewadahan sampah sesuai dengan jenis yang telah terpilah, yaitu

- a. Sampah organik seperti daun sisa, sayuran kulit buah lunak sisa makanan dengan wadah warna gelap.
- b. Sampah nonorganik seperti gelas, plastik, logam, dan lainnya, dengan wadah warna terang.
- c. Sampah bahan berbahaya dan beracun rumah tangga, dengan warna merah yang diberi lambang khusus untuk ketentuan yang berlaku.

Pola pewadahan sampah dapat dibagi dalam individual dan komunal. Pewadahan dimulai dengan pemilihan baik untuk pewadahan individual maupun komunal sesuai dengan pengelompokan pengelolaan sampah.

2) Kriteria lokasi dan penempatan wadah

- a. a) Ditempatkan di halaman muka
 - b) Di halaman belakang untuk sumber sampah dari hotel restoran.
- b. Wadah komunal ditempatkan:
 - a) Sedekat mungkin dengan sumber sampah
 - b) Di ujung gang kecil

- c) Di luar jalur lalu lintas, pada suatu lokasi yang mudah untuk pengoperasiannya
- d) Tidak mengganggu pemakai jalan atau sarana umum lainnya
- e) Di sekitar taman dan pusat keramaian (untuk wadah sampah pejalan kaki) untuk pejalan kaki minimal 100 m jarak antar wadah sampah
- c. Persyaratan bahan wadah adalah tidak mudah rusak, kedap air, ekonomis, mudah dipeoleh dibuat oleh masyarakat, dan mudah dikosongkan
- d. Penentuan ukuran wadah

Penentuan ukuran volume ditentukan berdasarkan : jumlah penghuni tiap rumah, timbulan sampah, frekuensi pengambilan sampah, cara pemindahan sampah, sistem pelayanan (individual dan komunal).

- e. Pengadaan wadah sampah untuk wadah sampah individual oleh pribadi atau instansi atau pengelolaan, wadah sampah komunal oleh instansi pengelola.

Berdasarkan letak dan kebutuhan sampah, maka pewadahan sampah dibagi atas 3 tingkatan, yaitu :

- 1) Tingkat I , yaitu wadah sampah yang menampung sampah secara langsung dari sumbernya. Pada umumnya wadah sampah ini diletakkan di tempat-tempat yang mudah terlihat oleh pemakainya, misalnya diletakkan di dapur, di ruang kerja, dsb. Wadah sampah jenis ini adalah tidak statis, tetapi mudah diangkat dan dibawa ke wadah sampah tingkat II.
- 2) Tingkat II, yaitu wadah sampah yang bersifat sebagai pengumpul sementara, merupakan wadah sampah yang menampung sampah dari wadah sampah tingkat I maupun langsung dari sumbernya. Wadah sampah tingkat II ini diletakkan diluar kantor, sekolah, rumah, atau tepi jalan. Di permukiman permanen, akan dijumpai wadah sampah tingkat II dalam bentuk bak sampah permanen di depan rumah ataupun dipinggir jalan protokol didepan gang – gang kecil.
- 3) Tingkat III, yaitu wadah sampah yang merupakan wadah sentral, biasanya bervolume besar yang akan menampung sampah dari wadah tingkat II.

Wadah sampah ini sebaiknya terbuat dari konstruksi khusus dan ditempatkan sesuai dengan sistem pengangkutan sampahnya. Wadah sampah tingkat III ini biasanya berupa bak sampah besar yang digunakan sebagai TPS disuatu lokasi permukiman.

Tabel 2.2 Karakteristik Wadah Sampah

No	Pola pewadahan	Individual	Komunal
	Karakteristik		
1	Bentuk	kotak, silinder, kontainer, <i>bin</i> (tong), semua bertutup, dan kantong plastik	Kotak silinder, kontainer, <i>bin</i> (tong), semua tertutup.
2	Sifat	Ringan, mudah dipindahkan dan mudah dikosongkan	Ringan, mudah dipindahkan, dan mudah dikosongkan
3	Jenis	Logam, plastik, <i>fiberglas</i> (GRP), kayu, bambu, rotan	Logam, plastik, <i>fiberglas</i> , kayu, bambu, rotan
4	Pengadaan	Pribadi, instansi, pengelolaan	Instansi pengolah

Sumber : SNI 19-2454-2002

Tabel 2.3 Contoh Wadah dan Penggunaanya

No	Wadah	Kapasitas	Pelayanan	Umur wadah	Keterangan
1	Kantong plastik	10-40 L	1 KK	2-3 hari	Individual
2	Tong	40 L	1 KK	2-3 tahun	Maksimal pengambilan 3 hari 1kali
3	Tong	120 L	2-3 KK	2-3 tahun	Toko
4	Tong	140 L	4-6 KK	2-3 tahun	
5	Kontainer	1000 L	80 KK	2-3 tahun	Komunal
6	Kontainer	500 L	40 KK	2-3 tahun	Komunal

No	Wadah	Kapasitas	Pelayanan	Umur wadah	Keterangan
7	Tong	30-40 L	Pejalan kaki	2-3 tahun	

Sumber : SNI 19-2454-2002

Menurut Tchobanoglous dkk., (1993) dalam Enri D. dan Tri Padi (2019), ada juga wadah penampung sementara, sesuai dengan fungsinya, fasilitas TPS membutuhkan wadah penampungan sampah. Di Indonesia dapat berupa :

2. Pemindahan Sampah

- 1) Pemindahan sampah adalah kegiatan memindahkan sampah hasil pengumpulan ke dalam alat pengangkut untuk dibawa ke tempat akhir. Cara pemindahan sampah dapat dilakukan sebagai berikut :
- 2) Manual, pengisian sampah ke dalam alat pengangkut dilakukan secara manual oleh petugas pengumpul.
- 3) Mekanis, pengisian sampah ke dalam alat pengangkut dilakukan oleh alat
- 4) Gabungan manual dan mekanis, pengisian kontainer dilakukan secara manual oleh petugas pengumpul, sedangkan pengangkutan kontainer ke atas truck dilakukan secara mekanis.

3. Sistem pengangkutan

Menurut Peraturan Menteri PU Nomor 01/PRT/M/2014 pengangkutan sampah adalah membawa sampah dari sumber dan/atau dari tempat penampungan sampah sementara atau dari tempat pengelolaan sampah terpadu menuju ke tempat pemrosesan akhir.

Menurut Tchobanoglous dkk., (1993) dalam Enri D. dan Tri Padi (2019), pengangkutan sampah merupakan salah satu komponen penting dan membutuhkan perhitungan yang cukup teliti, dengan sasaran mengoptimalkan waktu angkut yang diperlukan dalam sistem tersebut, khususnya bila:

- 1) Terdapat sarana pemindahan sampah dalam skala cukup besar yang harus menangani sampah
- 2) Lokasi titik tujuan sampah relatif jauh
- 3) Sarana pemindahan merupakan titik pertemuan masuknya sampah dari berbagai area

4) Ritasi perlu diperhitungkan secara teliti

5) Masalah lalu-lintas jalur menuju titik sasaran tujuan sampah

Persyaratan alat pengangkut sampah antara lain adalah:

- 1) Alat pengangkut harus dilengkapi dengan penutup sampah, minimal dengan jaring.
- 2) Tinggi bak maksimum 1,6 m.
- 3) Sebaiknya ada alat unkit.
- 4) Kapasitas disesuaikan dengan kondisi/kelas jalan yang akan dilalui.
- 5) Tidak bocor, agar tidak berceceran selama pengangkutan.
- 6) Mudah dikosongkan

Jenis alat angkut atau kendaraan pengangkut sampah dapat berupa :

1. *Dump truck*

Merupakan kendaraan angkut yang dilengkapi sistem hidrolis untuk mengangkat bak dan membongkar muatannya. Pengisian muatan masih tetap secara manual dengan tenaga kerja. *Dump truck* ini memiliki kapasitas yang bervariasi yaitu 6 m³, 8 m³, 10 m³, 14 m³. Dalam pengangkutan sampah, efisiensi penggunaan *dump truck* dapat dicapai apabila memenuhi beberapa kriteria yaitu jumlah *trip* atau ritasi perhari minimum 3 dan jumlah crew maksimum 3 orang. Agar tidak mengganggu lingkungan selama perjalanan ke TPA, *dump truck* sebaiknya dilengkapi dengan tutup terpal. Jenis kendaraan *dump truck* dapat dilihat pada Gambar 2.1 :



Sumber : Dokumentasi pribadi, 2020

Gambar 2.1 Jenis Kendaraan *Dump Truck*2. *Arm roll*

Merupakan kendaraan angkut yang dilengkapi sistem hidrolis untuk mengangkat bak dan membongkar muatannya. Pengisian muatan masih tetap secara manual dengan tenaga kerja. *Dump truk* ini memiliki kapasitas bervariasi yaitu 5m^3 , 6m^3 , 8m^3 dan 10m^3 . Dalam pengangkutan sampah, efisiensi penggunaan *arm roll* dapat dicapai apabila memenuhi beberapa kriteria yaitu jumlah *trip* atau *ritasi* perhari minimum 5 dan jumlah *crew* maksimum 1 orang. Agar tidak mengganggu lingkungan selama perjalanan ke TPA, kontainer sebaiknya memiliki tutup dan tidak rembes. Kontainer yang tidak memiliki tutup sebaiknya dilengkapi dengan tutup terpal selama pengangkutan. Jenis kendaraan *arm roll* dapat dilihat pada Gambar 2.2 :



Sumber : Dokumentasi pribadi, 2020

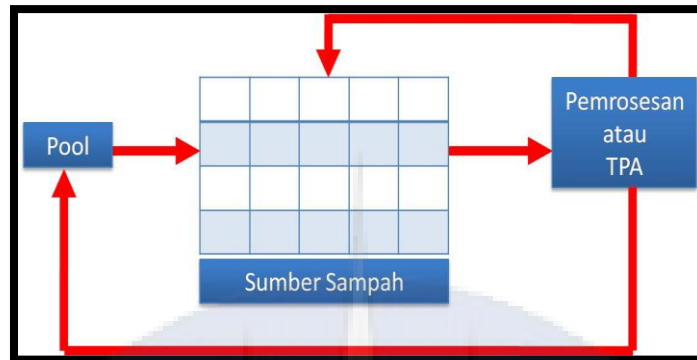
Gambar 2.2 Jenis Kendaraan *Arm Roll*

Untuk mendapatkan sistem angkutan yang efisien dan efektif maka operasional angkutan sampah sebaiknya mengikuti prosedur sebagai berikut:

1. Menggunakan rute pengangkutan yang sependek mungkin dan dengan hambatan yang sekecil mungkin.
2. Menggunakan kendaraan angkut dengan kapasitas/daya angkut yang semaksimal mungkin.
3. Menggunakan kendaraan angkut yang hemat bahan bakar.
4. Dapat memanfaatkan waktu kerja semaksimal mungkin.

Adapula pola pengangkutan sampah :

1. Pengangkutan sampah dengan sistem pengumpulan individual langsung (*door to door*) seperti pada gambar 2.3

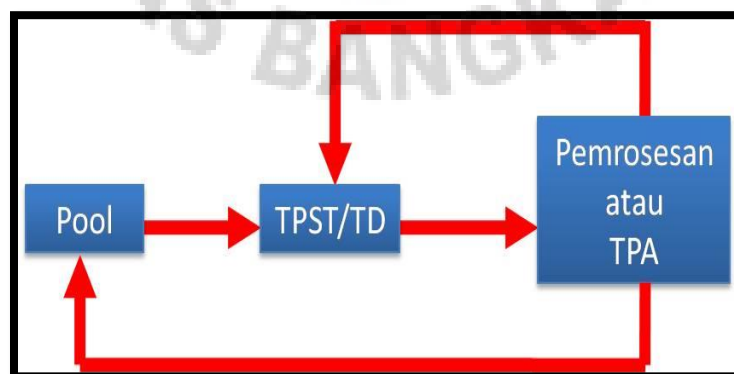


Sumber : Pengelolaan sampah terpadu, 2019

Gambar 2.3 Pola Pengangkutan Secara Langsung

Keterangan :

- 1) truk pengangkut sampah dari pool menuju titik sumber sampah pertama untuk mengambil sampah;
 - 2) selanjutnya mengambil sampah pada titik-titik sumber sampah berikutnya sampai truk penuh sesuai dengankapasitasnya;
 - 3) selanjutnya diangkut ke TPA sampah;
 - 4) setelah pengosongan di TPA, truk menuju ke lokasi sumber sampah berikutnya, sampai terpenuhi ritasi yang telah ditetapkan.
2. Pengangkutan sampah secara tidak langsung



Sumber : Pengelolaan sampah terpadu, 2019

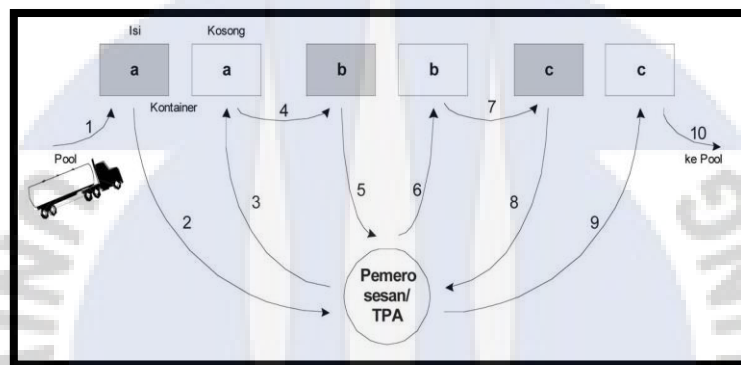
Gambar 2.4 Pola Pengangkutan Secara Tidak Langsung

Keterangan :

- 1) Pada sistem ini sampah dari masing-masing sumber akan dikumpulkan dahulu oleh sarana pengumpul seperti dalam gerobak tangan (*hand cart*);
- 2) selanjutnya dari masing-masing sumber diangkut menuju TPS;
- 3) selanjutnya, dari TPS lalu diangkut ke TPA.

Untuk pengangkutan sampah dengan sistem kontainer, pola pengangkutan yang digunakan :

1. Pola pengangkutan dengan sistem pengosongan kontainer (cara I dapat dilihat pada gambar 2.5) dengan proses :

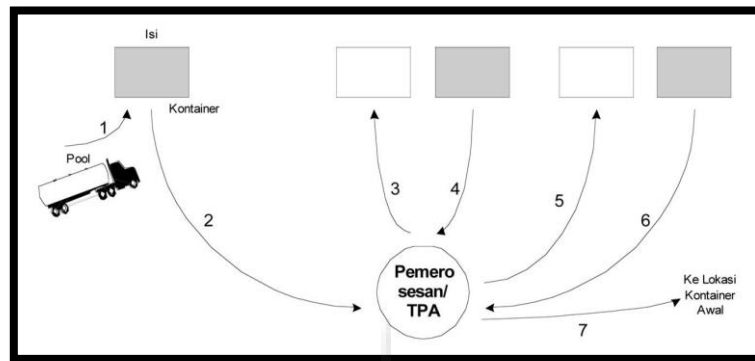


Sumber : *Pengelolaan sampah terpadu, 2019*

Gambar 2.5 Pola Pengangkutan Sampah Sistem Pengosongan Kontainer
Cara I

Keterangan :

- 1) kendaraan dari pool menuju kontainer isi pertama untuk mengangkut sampah keTPA;
 - 2) kontainer kosong dikembalikan ke tempat semula;
 - 3) menuju ke kontainer isi berikutnya untuk diangkut keTPA;
 - 4) kontainer kosong dikembalikan ke tempat semula, demikian seterusnya sampai rit terakhir.
2. Pola pengangkutan dengan sistem pengosongan kontainer cara II (dapat dilihat pada gambar 2.6) dengan proses :



Sumber : Pengelolaan sampah terpadu, 2019

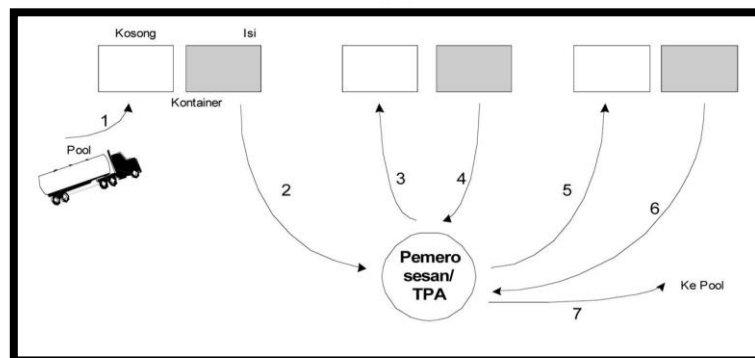
Gambar 2.6 Pola Pengangkutan Sampah Sistem Pengosongan

Kontainer

Cara II

Keterangan :

- 1) kendaraan dari pool menuju container isi pertama untuk mengangkat sampah keTPA;
 - 2) dari TPA kendaraan tersebut dengan kontainer kosong menuju lokasi ke dua untuk menurunkan kontainer kosong dan membawa kontainer isi untuk diangkut keTPA, demikian seterusnya sampai pada rit terakhir;
 - 3) pada rit terakhir dengan kontainer kosong, dari TPA menuju ke lokasi kontainer pertama, kemudian truk kembali ke pool tanpa kontainer.
3. Pola pengangkutan sampah dengan sistem pengosongan kontainer cara III (dapat dilihat pada gambar 2.7) dengan proses :

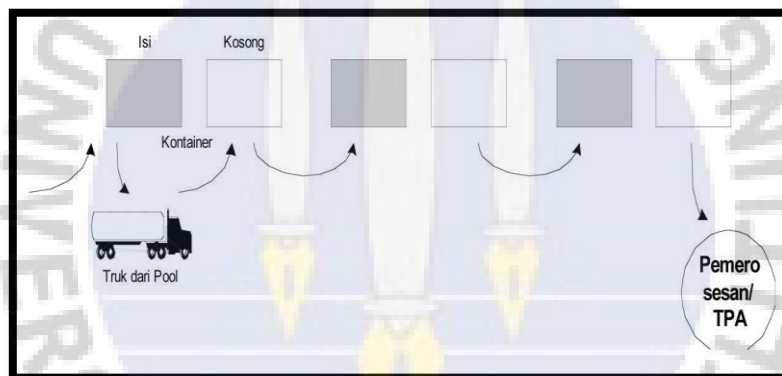


Sumber : Pengelolaan sampah terpadu, 2019

Gambar 2.7 Pola Pengangkutan Sampah Sistem Pengosongan Kontainer
Cara III

Keterangan :

- 1) kendaraan dari pool dengan membawa kontainer kosong menuju ke lokasi kontainer isi untuk mengganti /mengambil dan langsung membawanya ke TPA;
 - 2) kendaraan dengan membawa kontainer kosong dari TPA menuju ke kontainer isi berikutnya, demikian seterusnya sampai dengan rit terakhir.
4. Pola pengangkutan sampah dengan sistem kontainer tetap biasanya untuk kontainer kecil serta alat angkut berupa truk pemadat atau dump truk biasa (dapat dilihat pada gambar 2.8), dengan proses :



Sumber : Pengelolaan sampah terpadu, 2019

Gambar 2.8 Pola Pengangkutan Sampah Sistem Kontainer Tetap

Keterangan :

- 1) kendaraan dari pool menuju kontainer pertama, sampah dituangkan ke dalam truk compactor dan meletakkan kembali kontainer yang kosong;
- 2) kendaraan menuju ke kontainer berikutnya sehingga truk penuh, untuk kemudian langsung ke TPA;
- 3) demikian seterusnya sampai dengan rit terakhir.

Tempat pembuangan sementara ada 3 jenis, yaitu :

1. Transfer depo

Untuk suatu lokasi transfer depo, atau di Indonesia dikenal sebagai Tempat Pembuangan Sementara (TPS) seperti di atas diperlukan areal tanah minimal

seluas 200 m². Bila lokasi ini berfungsi juga sebagai tempat pemrosesan sampah skala kawasan, maka dibutuhkan tambahan luas lahan sesuai aktivitas yang akan dijalankan. Namun dapat juga dipakai truk bak terbuka ukuran 6m³ yang diletakkan disuatu lokasi tertentu dan akan diisi oleh gerobak pengumpul sampah.

2. Bak kontainer volume 5 – 10 m³

Diletakkan di pinggir jalan dan tidak mengganggu lalu lintas. Dibutuhkan landasan permanen sekitar 25-50 m² untuk meletakkan kontainer. Di banyak tempat di kota-kota Indonesia, landasan ini tidak disediakan, dan kontainer diletakkan begitu saja di lahan tersedia. Penempatan sarana ini juga bermasalah karena sulit untuk memperoleh lahan, dan permasalahan masyarakat yang tempat tinggalnya dekat dengan sarana ini bersedia menerima lokasi bak ini.

3. Bak komunal yang dibangun permanen dan terletak di pinggir jalan

Hal yang harus diperhatikan adalah waktu pengumpulan dan frekuensi pengumpulan. Sebaiknya waktu pengumpulan sampah adalah saat dimana aktivitas masyarakat tidak begitu padat, misalnya pagi hingga siang hari. Frekuensi pengumpulan sampah menentukan banyaknya sampah yang dapat dikumpulkan dan diangkut perhari. Semakin besar frekuensi pengumpulan sampah, semakin banyak volume sampah yang dikumpulkan per kapita.

4. Pengumpulan Sampah

Tahap pengumpulan sampah

1) Pola pengumpulan langsung (*door to door*) adalah kegiatan mengambil sampah dari rumah ke rumah/ sumber dan diangkut langsung ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) tanpa melalui kegiatan pemindahan. Adapun persyaratan pengumpulan sampah pola Individual langsung :

- a. Kondisi Topografi bergelombang (>15,40%), hanya alat pengumpul mesin yang dapat beroperasi
- b. Kondisi jalan yang cukup lebar sehingga tidak mengganggu pemakai jalan lainnya
- c. Kondisi dan jumlah alat memadai

- d. Jumlah timbunan sampah lebih kecil dari $0,3 \text{ m}^3/\text{hari}$
 - e. Bagi penghuni yang beroperasi di jalan protokol
- 2) Pola individual tidak langsung adalah kegiatan pengambilan sampah dari masing-masing sumber sampah di bawa ke lokasi pemindahan untuk kemudian diangkut di TPA. Dengan persyaratan sebagai berikut :
- a. Bagi daerah yang partisipasi masyarakatnya pasif, lahan untuk pemisahan lokasi tersedia.
 - b. Bagi kondisi topografi relatif datar (rata-rata $<5\%$) dengan menggunakan alat pengumpul non-mesin (gerobak, becak)
 - c. Alat pengumpul masih dapat menjangkau secara langsung
 - d. Kondisi lebar gang masih bisa dilalui alat pengumpul tanpa mengganggu pemakai jalan lainnya
 - e. Harus ada organisasi pengumpulan data
- 3) Cara komunal langsung adalah kegiatan pengambilan sampah dari masing-masing titik komunal dan diangkut di lokasi pembuangan akhir, adapun persyaratannya sebagai berikut:
- a. Bila alat angkut terbatas
 - b. Bila kemampuan pengendalian personil dan peralatan relatif mudah
 - c. Alat pengumpul sulit menjangkau sumber-sumber sampah individual (kondisi daerah berbukit, gang/jalan sempit)
 - d. Peran serta masyarakat tinggi
 - e. Wadah komunal diletakan ditempat sesuai dengan kebutuhan dan lokasi yang mudah dijangkau oleh alat pengangkut (*dump truk*)
 - f. Untuk pemukiman tidak teratur
- 4) Pola komunal tidak langsung adalah kegiatan pengambilan sampah dari masing-masing titik pewardahan komunal ke lokasi pemindahan sampah kemudian untuk diangkut selanjutnya ke TPA.
- a. Peran serta masyarakat tinggi
 - b. Lahan untuk lokasi pemindahan tersedia
 - c. Wadah komunal diletakan sesuai dengan kebutuhan dan lokasi yang mudah dijangkau oleh alat pengumpulan

- d. Tempat dan kondisi topografi relatif datar (rata-rata $< 5\%$) dengan menggunakan alat pengumpulan non-mesin (gerobak, becak). bagi kondisi sebaliknya dapat menggunakan cara lain seperti pikulan, kontainer kecil beroda dan karung
- e. Kondisi/lebar gang dapat dilalui alat pengumpul tanpa mengganggu jalan lainnya.
- f. Harus ada organisasi pengumpulan sampah

5) Pola penyapu jalan adalah kegiatan pengumpulan sampah hasil penyapuan jalan, khususnya untuk jalan protokol, lapangan parkir, lapangan rumput dan lain-lain. Hasil penyapu diangkut kelokasi pemindahan untuk kemudian diangkut ke TPA. Penanganan dilakukan berbeda untuk setiap daerah sesuai fungsi daerah yang dilayani.

5. Pemilihan Rute

Adapun untuk pemilihan rute pengangkutan sebagai berikut :

1) Pemilihan Rute

Proses pemilihan rute bertujuan untuk memodelkan perilaku pergerakan dalam memilih rute yang menurut mereka rute terbaiknya. Dengan kata lain dalam proses pemilihan rute, pergerakan antara dua zona untuk moda tertentu dibebankan ke rute tertentu yang terdiri dari ruas jaringan jalan tertentu. Jadi dalam permodelan pemilihan rute dapat diidentifikasi rute yang akan digunakan oleh setiap pengendara sehingga akhirnya didapat jumlah pergerakan pada setiap ruas jalan. Dengan mengasumsikan bahwa setiap pengendara memilih rute yang meminumkan biaya perjalanan (bisa juga meminumkan waktu dan jarak perjalanan), maka adanya penggunaan ruas jalan yang lain mungkin disebabkan oleh perbedaan persepsi pribadi tentang biaya atau mungkin juga disebabkan oleh keinginan untuk menghindari kemacetan. Hal utama dalam proses pembebanan rute adalah memperkirakan asumsi pengguna jalan mengenai pilihan yang terbaik. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi pemilihan rute pada saat orang melakukan perjalanan. Beberapa diantaranya adalah waktu tempuh, jarak, biaya (bahan bakar dan yang lainnya), kemacetan dan antrian, jenis manuver yang

dibutuhkan, jenis jalan (jalan arteri, tol, atau lainnya), pemandangan, kelengkapan rambu dan marka jalan, serta kebiasaan. Salah satu pendekatan yang sering digunakan adalah mempertimbangkan faktor utama dalam pemilihan rute, yaitu nilai waktu dan biaya pergerakan- biaya pergerakan dianggap proporsional dengan jarak tempuh. Dalam beberapa model pemilihan rute dimungkinkan penggunaan bobot yang berbeda bagi faktor waktu tempuh dan faktor jarak tempuh untuk menggambarkan persepsi pengemudi dalam kedua faktor tersebut. Terdapat bukti kuat yang menunjukkan bahwa bobot lebih dominan dimiliki oleh waktu tempuh dibandingkan dengan jarak tempuh pada pergerakan di dalam kota.

2) Rute pengangkutan

Rute pengangkutan dibuat agar pekerja dan peralatan dapat digunakan secara efektif. Pada umumnya rute pengumpulan dicoba-coba, karena rute tidak dapat digunakan pada semua kondisi. Pedoman yg dapat digunakan dalam membuat rute sangat tergantung dari beberapa faktor yaitu :

- a. Peraturan lalu lintas yang ada
- b. Pekerja, ukuran dan tipe alat angkut
- c. Jika memungkinkan, rute dibuat mulai dan berakhir di dekat jalan utama, gunakan topografi dan kondisi fisik daerah sebagai batas rute
- d. Pada daerah berbukit, usahakan rute dimulai dari atas dan berakhir di bawah
- e. Rute dibuat agar kontainer/TPS terakhir yang akan diangkut yang terdekat ke TPA
- f. Timbulan sampah pada daerah sibuk/lalu lintas padat diangkut sepagi mungkin
- g. Daerah yang menghasilkan timbulan sampah terbanyak, diangkut lebih dahulu
- h. Daerah yang menghasilkan timbulan sampah sedikit, diusahakan terangkut dalam hari yang sama.

2.2.10 Metode Hauler Container System (HCS)

Menurut Tchobanoglous dkk., (1993) dalam Enri D. dan Tri Padmi (2019) *Hauler container system* merupakan sistem pengumpulan sampah yang wadah pengumpulannya dapat dipindah-pindah dan ikut dibawa ke Tempat Pembuangan Sementara (TPS) dan Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Untuk menghitung waktu *ritasi* dari sumber ke TPS atau ke TPA digunakan rumus sebagai berikut :

$$T_{HCS} = (P_{HCS} + s + a + bx) \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

- T_{HCS} = Waktu per *ritasi* (jam/rit)
- P_{HCS} = Waktu pengambilan (jam/rit)
- s = Waktu bongkar muat di TPA (jam/rit)
- a = Empiris muatan yang konstan terus menerus (jam/rit)
- b = Empiris muatan yang konstan (jam/km)
- x = Jarak tempuh (km/rit)

Waktu pengambilan per *ritasi* (P_{HCS}) ditentukan dengan rumus berikut

$$P_{HCS} = P_c + U_c + D_{bc} \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan:

- P_{HCS} = Waktu pengambilan sekali *ritasi* (jam/rit)
- P_c = Waktu untuk pengisian (jam/rit)
- U_c = Waktu untuk mengosongkan kontainer (jam/rit)
- D_{bc} = Waktu untuk menempuh jarak dari kontainer ke kontainer lain (jam/rit)

Tabel 2.4 Konstanta Empiris Waktu Angkut *a* dan *b*

No	Batas Kecepatan		a	b	
	km/jam	mil/jam	Jam/rit	Jam/km	Jam/mil
1	88	55	0,016	0,011	0,018
2	72	45	0,022	0,014	0,022
3	56	35	0,034	0,018	0,029
4	40	25	0,050	0,025	0,040

Sumber: Peavy (1985) dalam Awaludin (2017:24)

2.2.11 Metode *Stationary Container System* (SCS)

Menurut Tchobanoglous dkk., (1993) dalam Enri D. dan Tri Padmi (2019) *Stationary Container System* adalah sistem pengumpulan sampah di mana kontainer penyimpan sampah tidak dibawa berpindah-pindah (tetap). Adapun rumus untuk menghitung waktu ritasi dari TPS atau ke TPA adalah sebagai berikut

$$T_{scs} = (P_{scs} + a + b \cdot x + s) \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan:

- T_{scs} = waktu per ritasi (jam/rit).
- P_{scs} = waktu pengambilan (jam/rit).
- s = waktu bongkar muat (jam/rit).
- a = empiris muatan yang konstan terus menerus (jam/rit)
- b = empiris muatan yang konstan (jam/km)
- x = jarak tempuh (km/rit)

$$P_{scs} = (C_t \cdot u_c) + (n_p - 1) \cdot (d_{bc}) \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan:

- P_{scs} = waktu pengambilan (jam/rit).
- C_t = jumlah kontainer dikosongkan per trip (kont/trip).
- u_c = waktu pengosongan kontainer (jam/kont).
- n_p = jumlah lokasi kontainer (lokasi/trip).
- d_{bc} = waktu rata-rata antar lokasi kontainer (jam/lokasi)