

Rata-rata Densitas sampah Truck berdasarkan perhitungan adalah 250,42 kg/m³. Jumlah sampah terangkut ke TPA sebesar 327,63 m³. per hari dari total timbulan sampah 677,71 m³. per hari sehingga tingkat pelayanan sampah di Kota Bitung saat ini adalah 48,34 %.

Analisis Pengangkutan Sampah Sistem SCS (Stationary Container System)

Analisis dilakukan untuk mengetahui waktu dan jarak tempuh yang dimulai dari *pool* ke lokasi pertama pengambilan sampah, jarak dan waktu memuat sampah, jarak dan waktu antar TPS, jarak dan waktu perjalanan ke TPA, waktu pembongkaran sampah di TPA serta perjalanan kendaraan dari TPA kembali ke TPS berikutnya maupun perjalanan kembali ke *pool*.

Komponen (a+b.x) menggambarkan hubungan antara waktu tempuh dan jarak kendaraan dari TPS ke TPA atau *haul time constant* (h). Menurut Tchobanoglous *et al* (1993) hubungan jarak dan waktu tempuh tersebut digunakan untuk menentukan waktu tempuh kendaraan pengangkut sampah terhadap jarak pengangkutan setiap ritasi. Contoh perhitungan *hauling time* (h) adalah :

$$h = a + b.x$$

$$h = 0 + (0.1615 \times 7,07)$$

$$h = 1,14 \text{ jam/trip}$$

Berdasarkan contoh perhitungan maka dapat dilihat *Hauling time* per unit kendaraan pengangkut sampah dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Waktu Pengangkutan per Trip kendaraan *dump truck* /*hauling time* (h)

Kendaraan	a	b	x (km)	h (jam/trip)
Kendaraan 1	0E+00	0.1615	7.07	1.14
Kendaraan 2	0E+00	0.1664	6.28	1.05
Kendaraan 3	7E-16	0.1313	9.51	1.25
Kendaraan 4	3E-15	0.2117	10.42	2.21
Kendaraan 5	2E-15	0.0867	10.03	0.87
Kendaraan 6	0E+00	0.1913	6.95	1.33
Kendaraan 7	0E+00	0.0716	22.81	1.63
Kendaraan 8	6E-16	0.1079	7.58	0.82
Kendaraan 9	0E+00	0.0763	17.22	1.31
Kendaraan 10	2E-15	0.1442	13.83	1.99
Kendaraan 11	0E+00	0.0786	22.41	1.76
Kendaraan 12	0E+00	0.1213	41.12	4.99
Kendaraan 13	0E+00	0.113	11.43	1.29
Kendaraan 14	0E+00	0.0724	21.82	1.58
Rata-rata				1.66

Tabel 2. menunjukkan bahwa *hauling time* setiap trip kendaraan *dump truck* bervariasi berkisar antara 0,82 – 4,99 jam/trip.

Nilai dari *hauling time* (h) tersebut di atas (Tabel 4) akan digunakan untuk menghitung waktu pengangkutan setiap trip kendaraan pengangkut sampah, yang adalah hasil penjumlahan antara P_{SCS}, *hauling time* dan waktu di TPA.

Contoh perhitungan T_{scs} untuk Kendaraan 1 yaitu :

$$T_{scs} = P_{scs} + s + a + b \times \text{dengan } h = a + b \times$$

$$T_{scs} = 0,42 + 0,08 + 1,14$$

$$T_{scs} = 1,64 \text{ jam/trip}$$

Dengan menggunakan cara perhitungan tersebut, maka waktu pengangkutan sampah setiap satu trip kendaraan *dump truck* (T_{scs}) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Waktu pengangkutan sampah setiap satu trip kendaraan *dump truck* (Tscs)

No.	Kendaraan	Pick Up Time (Pscs) Jam/trip	In site time (s) (Jam/Trip)	Hauling Time (h) (Jam/trip)	Waktu Total (Tscs) (Jam/trip)
1	Kendaraan 1	0.42	0.08	1.14	1.64
2	Kendaraan 2	0.68	0.06	1.05	1.78
3	Kendaraan 3	1.15	0.05	1.25	2.45
4	Kendaraan 4	0.19	0.05	2.21	2.45
5	Kendaraan 5	1.03	0.05	0.87	1.95
6	Kendaraan 6	1.00	0.09	1.33	2.41
7	Kendaraan 7	1.76	0.09	1.63	3.48
8	Kendaraan 8	1.23	0.10	0.82	2.15
9	Kendaraan 9	0.88	0.05	1.31	2.24
10	Kendaraan 10	0.79	0.07	1.99	2.86
11	Kendaraan 11	1.57	0.10	1.76	3.43
12	Kendaraan 12	0.73	0.08	4.99	5.80
13	Kendaraan 13	0.69	0.09	1.29	2.06
14	Kendaraan 14	1.95	0.10	1.58	3.62

Berdasarkan Tabel 3 di atas, dapat diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan setiap satu trip adalah antara 1,64 – 5,80 jam/trip. Rata-rata kendaraan melakukan ritasi sebanyak 3 (tiga) trip per hari. Terdapat 1 (satu) unit *dump truck* yang melakukan pengangkutan sebanyak 2 trip per hari yaitu kendaraan 12, hal ini disebabkan jarak dari lokasi TPA ke TPS yang jauh.

Sistem Pengangkutan sampah juga sangat dipengaruhi oleh waktu yang tidak efisien sebagai akibat dari terdapatnya beberapa petugas yang tidak disiplin dalam menjalankan tugasnya. Tindakan kurang disiplin tersebut antara lain menjual barang bekas, menunggu petugas (anak buah kendaraan/ABK).

Waktu kerja yang ditetapkan adalah 8 (delapan) jam per hari.

Rata-rata waktu *of route factor* diperoleh dengan perhitungan : $W = 0,212 / 8 \text{ jam} = 0,026 \text{ jam}$.

Rata-rata waktu *off route factor* yaitu 0,026 sehingga nilai W dengan delapan jam kerja per hari adalah 0,026. Nilai *off route factor* (W) tersebut masih berada pada range wajar yaitu $< 0,15$ (Tchobanoglous *et al.*, 1993).

Optimasi Waktu Kerja

Berdasarkan hasil evaluasi waktu kerja dari kendaraan *dump truck* diketahui bahwa waktu kerja kendaraan yang satu dengan kendaraan lainnya belum tertata secara merata. Hal ini dapat mengganggu kinerja para sopir dan petugas didalam melaksanakan tugasnya, sehingga diperlukan penataan kembali waktu kerja dari masing-masing kendaraan sehingga beban kerja tiap kendaraan dapat merata. Contoh perhitungan waktu kerja kendaraan *dump truck* eksisting, yaitu :

$$\begin{aligned}
 H &= [(t_1 + t_2) + N_d \cdot Tscs] / (1 - W) \\
 H &= ((0,088 + 0,503) + (3 \times 1,642)) / (1 - 0,026) \\
 &= ((0,590 + 3) / (1 - 0,026)) \\
 &= 5,67 \text{ Jam}
 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan cara perhitungan tersebut maka diperoleh waktu kerja kendaraan *dump truck* eksisting sebagaimana Tabel 4. Waktu kerja *dump truck* eksisting dan hasil optimasi.

Tabel 4. Waktu Kerja *Dump truck* eksisting dan Hasil Optimasi

No.	Kendaraan	KONDISI EKSISTING				HASIL OPTIMASI			
		total t1 & t2 (jam/trip)	Tscs (Trip/hari)	Nd (Trip/hari)	H (jam/hari)	total t1 & t2 (jam/trip)	Tscs (Trip/hari)	Nd (Trip/hari)	H (jam/hari)
1	Kendaraan 1	0.590	1.642	3	5.67	0.590	2.319	4	7.75
2	Kendaraan 2	0.666	1.785	3	6.18	0.666	1.752	4	7.88
3	Kendaraan 3	0.571	2.448	3	8.13	0.571	2.335	3	7.78
4	Kendaraan 4	0.577	2.448	3	8.14	0.577	2.337	3	7.79
5	Kendaraan 5	0.871	1.952	3	6.91	0.871	2.193	3	7.65
6	Kendaraan 6	0.352	2.413	2	5.32	0.352	2.410	3	7.79
7	Kendaraan 7	0.438	3.477	3	11.16	0.438	2.297	3	7.53
8	Kendaraan 8	0.585	2.151	3	7.23	0.652	2.237	3	7.56
9	Kendaraan 9	0.354	2.238	3	7.26	0.354	2.462	3	7.95
10	Kendaraan 10	1.788	2.859	3	10.64	1.454	2.100	3	7.97
11	Kendaraan 11	0.754	3.427	3	11.33	0.469	2.365	3	7.77
12	Kendaraan 12	2.037	5.798	2	14.00	2.037	2.833	2	7.91
13	Kendaraan 13	0.586	2.065	3	6.96	0.586	2.135	3	7.18
14	Kendaraan 14	0.339	3.623	3	11.51	0.339	2.423	3	7.81
	Rata-rata			2,86	8,60			3,11	7,74

Tabel 5. Jumlah ritasi per hari (Nd) Kendaraan *Dup truck*

No.	Kendaraan	Trip/Rit per hari	W	t1 (jam/trip)	t2 (jam/trip)	total t2 (jam/trip)	Tscs (jam/trip)	H(1-W)	Nd (Trip/hari)
1	Kendaraan 1	3	0.026	0.088	0.503	0.590	2.319	7.788	4
2	Kendaraan 2	3	0.026	0.411	0.256	0.666	1.752	7.788	4
3	Kendaraan 3	3	0.026	0.052	0.519	0.571	2.335	7.788	3
4	Kendaraan 4	3	0.026	0.242	0.335	0.577	2.337	7.788	3
5	Kendaraan 5	3	0.026	0.202	0.669	0.871	2.193	7.788	3
6	Kendaraan 6	2	0.026	0.068	0.284	0.352	2.410	7.788	3
7	Kendaraan 7	3	0.026	0.185	0.253	0.438	2.297	7.788	3
8	Kendaraan 8	3	0.026	0.318	0.334	0.652	2.237	7.788	3
9	Kendaraan 9	3	0.026	0.169	0.186	0.354	2.462	7.788	3
10	Kendaraan 10	3	0.026	1.135	0.320	1.454	2.100	7.788	3
11	Kendaraan 11	3	0.026	0.268	0.202	0.469	2.365	7.788	3
12	Kendaraan 12	2	0.026	1.335	0.702	2.037	2.833	7.788	2
13	Kendaraan 13	3	0.026	0.117	0.469	0.586	2.135	7.788	3
14	Kendaraan 14	3	0.026	0.053	0.286	0.339	2.423	7.788	3

Berdasarkan perhitungan pada tabel di atas, diketahui bahwa kendaraan 2 ritasinya masih dapat ditingkatkan dari 3 rit menjadi 4 rit per hari, kendaraan 6 dari 2 rit per hari ditingkatkan menjadi 3 rit per hari. Optimasi waktu kerja dan peningkatan ritasi dapat meningkatkan jumlah sampah terangkut ke TPA menjadi 435 m³/hari atau tingkat pelayanan menjadi 64,19 %.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisis pengangkutan sampah Sistem Kontainer Tetap (*Stationary Container System*=SCS) di Kota Bitung, dapat diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Dari hasil analisis menunjukkan bahwa jumlah ritasi masih dapat dioptimalkan dengan melakukan optimasi waktu kerja.
2. Peningkatan jumlah ritasi dengan optimisasi waktu kerja dapat meningkatkan jumlah sampah terangkut ke TPA, dari 327,63 m³/hari meningkat menjadi 435 m³/hari. Sehingga tingkat pelayanan dari 48,34% menjadi 64,19 %.

Saran untuk pengembangan selanjutnya adalah :

- Sosialisasi kepada masyarakat secara terus menerus mengenai pemilahan sampah dimulai dari sumbernya.
- Sosialisasi kepada masyarakat secara terus menerus mengenai ketentuan jam buang sampah yaitu pada jam 18.00 s/d. 06.00 Wita.

5. Daftar Pustaka

- Alagoz, Z.A., dan Kocasoy, G. (2008), "*Improvement and modification of the routing system for the health-care waste collection and transportation in Istanbul*", Waste Management, Vol. 28, No. 8, hal. 1461-1471.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Bitung. (2013), "*Kota Bitung Dalam Angka Tahun 2013*", Badan Pusat Statistik Kota Bitung.
- Dinas Kependudukan dan Capil Kota Bitung. (2014). "*Laporan Data Kependudukan*", Dinas Kependudukan dan Capil Kota Bitung.
- Dinas Kebersihan Kota Bitung. (2014). "*Data Dinas Kebersihan Kota Bitung*", Dinas Kebersihan Kota Bitung.
- Direktorat Pengembangan PLP. (2012), "*Diseminasi dan Sosialisasi Keteknikan Bidang PLP : Modul Sampah 1*", Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman, Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Direktorat Pengembangan PLP. (2013), "*Bahan Ajar Diseminasi dan Sosialisasi Keteknikan Bidang PLP: Materi Bidang Sampah*", Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman, Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Koentjaraningrat. (2006), "*Metode-Metode Penelitian Masyarakat*", PT.Gramedia, Jakarta.
- SNI 03-3242-1994. (1994), "*Tata Cara Pengelolaan Sampah Permukiman*", Standar Nasional Indonesia, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- SNI 19-2454-2002. (2002), "*Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan*", Standar Nasional Indonesia, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., Vigil, A.S. (1993), "*Integrated Solid Waste Management*", Mc.Graw Hill Inc, International Editions, New York.
- Zsigraiova, Z., Tavares, G., Semiao, dan de Grac-a Carvalho, M. (2009), "*Integrated waste to energy conversion and waste transportation within island communities*", Instituto Superior Te'cnico, Portugal. Vol.34, No.5,2009, Hal.623-635.