

BIAYA ANGKUT *STATIONARY CONTAINER SYSTEM* (SCS) PADA PENGANGKUTAN SAMPAH

Burhamtoro

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

Jl. Veteran PO BOX 04 Malang,

Telp/Fax : 0341-575750 (HP 081334746780)

e-mail : goes_bur@yahoo.com

Abstrak

Pelaksanaan pengelolaan sampah di Indonesia meliputi beberapa tahapan kegiatan, yaitu dimulai tahap pewadahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan dan pembuangan akhir. Tahap pengumpulan dan pengangkutan memerlukan perhatian yang serius. Menurut Apaydin dalam jurnalnya mengatakan bahwa pengangkutan mempengaruhi 85% dari anggaran biaya sampah. Sehingga perlu adanya penanganan yang tepat dalam pengangkutan sampah agar dapat optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung volume sampah, biaya operasional kendaraan dan biaya pengangkutan sampah dengan system Stationery Container System (SCS) dengan studi kasus di Kota Malang. Penelitian ini dilakukan dengan pengambilan data sekunder di instansi terkait seperti data timbulan sampah, jumlah armada serta jumlah penduduk. Selain itu dilakukan pengamatan di lapangan meliputi kecepatan kendaraan angkutan sampah dari tiap TPS ke TPA Supiturang, jarak, dan waktu tempuh. Hasil analisis data-data primer dan sekunder didapatkan bahwa pada kendaraan Arm Roll rata-rata mampu mengangkut sampah sebesar 11,43 m³ per hari dengan biaya operasional kendaraan sebesar Rp 44.933,00 /hari atau mengangkut sampah dengan biaya Rp 3.931,12 / m³/hari.

Kata Kunci : Sampah, Biaya pengangkutan sampah, Stationery Container System (SCS) dan Biaya Operasional Kendaraan.

PENDAHULUAN

Perhitungan biaya operasional kendaraan (BOK) melibatkan beberapa komponen, seperti halnya bahan bakar, oli, onderdil, ban, upah mekanik dan sopir. Komponen-komponen tersebut dihitung dengan menggunakan rumus tertentu yang didapatkan dari penelitian sebelumnya. Analisa dilakukan dengan pendekatan deskriptif, dengan mendasarkan pada data kuantitatif sebagai hasil perhitungan besaran biaya operasi kendaraan. Seluruh data-data biaya yang dikumpulkan dari kegiatan survai, akan dikonversi kedalam nilai rupiah per 1000 km jarak tempuh (Bina Marga, 1995).

Keberhasilan sistem transportasi dapat diukur berdasarkan empat hal, yaitu efisiensi waktu, efisiensi energi, dan bahan bakar, dampak lingkungan, serta keselamatan. Efisiensi energi dan bahan bakar seringkali dituangkan sebagai bagian dari biaya operasi kendaraan (BOK) (Sugiyanto, 2012). Sehingga perlu diketahui besaran prosentase komponen biaya bahan bakar terhadap biaya operasional kendaraan.

Biaya operasional kendaraan pengangkut sampah memiliki nilai berdasarkan volume sampah yang diangkut. Dalam perhitungan BOK kendaraan pengangkut sampah juga perlu memperhatikan biaya bahan bakar yang digunakan untuk melakukan pengangkutan sampah. Perhitungan prosentase biaya bahan bakar terhadap biaya

pengangkutan sampah berfungsi untuk mengetahui besaran prosentase biaya bahan bakar yang dibutuhkan dalam melakukan pelayanan pengangkutan sampah.

Pada penelitian ini, dibuat untuk 1) mengetahui prosentase biaya tiap komponen terhadap total biaya pengangkutan, 2) Mengetahui prosentase biaya bahan bakar terhadap biaya variable, 3) mengetahui prosentase biaya bahan bakar terhadap total biaya pengangkutan

TINJAUAN PUSTAKA

Definisi Sampah

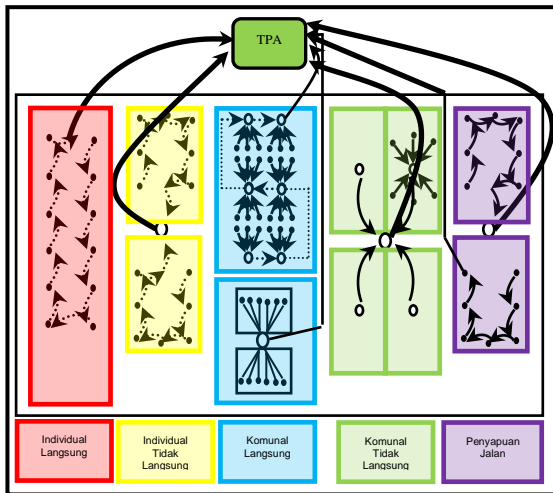
Berdasarkan Undang-Undang No. 18 Tahun 2008, sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan proses alam yang berbentuk padat. Berdasarkan Perda No. 6 Tahun 1995 pengertian sampah adalah limbah yang berbentuk padat dari bahan organik maupun an organik, logam maupun bukan logam yang sudah tidak terpakai lagi.

Pengelolaan sampah dapat didefinisikan sebagai suatu pengetahuan tentang pengendalian bagaimana sampah dihasilkan, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan. Pengolahan dan pemanfaatan kembali serta pembuangan sampah yang sesuai dengan prinsip-prinsip kesehatan masyarakat, ekonomi, teknik pelestarian lingkungan, keindahan dengan mengindahkan tanggung jawab dan sikap masyarakat.

Pola Pengumpulan Sampah

Pola pengumpulan sampah terdiri atas: pola individual langsung, pola individual tidak langsung, pola komunal langsung, pola komunal tidak langsung, dan pola penyapuan jalan. Seperti yang terlihat pada gambar 1.

Diagram pola pengumpulan sampah berdasarkan SNI 19-2454-2002, seperti pada Gambar 1.



Sumber: SNI 19-2454-2002

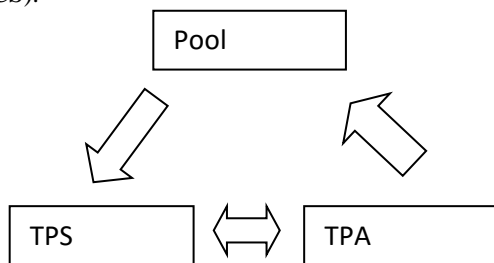
Gambar 1. Pola Pengumpulan Sampah

Keterangan:

- Sumber timbulan sampah pewadahan individual
- Pewadahan Komunal
- Lokasi Pemindahan
- Gerakan Alat Pengangkut
- Gerakan Alat Pengumpul
- Gerakan Penduduk ke Wadah Komunal

Sistem Pengangkutan Sampah

Ditinjau dari cara operasi dan peralatan yang digunakan, dikenal sistem pengangkutan sampah yaitu sistem kontainer tetap/stationary container system (SCS).



- ↔ Pengangkutan Sampah
- Kembali lagi ke TPS untuk rit berikutnya

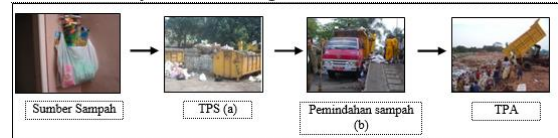
Gambar 2 Sistem Sirkulasi Pengangkutan Sampah

Sistem Kontainer Tetap / Stationary Container System (SCS)

Sistem kontainer tetap adalah sistem pengumpulan sampah di mana kontainer menyimpan sampah dibiarkan di titik pengambilan (a). Sampah yang ada dipindahkan ke dalam truk pengangkut sampah secara manual atau dibantu dengan peralatan mekanik yang ada di dalam truk (b), untuk kemudian diangkat ke TPA.

SCS digunakan untuk pengumpulan semua jenis sampah. sistemnya bervariasi tergantung pada jenis, banyaknya yang ditangani dan jumlah titik penimbunan sampah. SCS mempunyai dua jenis utama:

1. Sistem yang dimana pemadatan pengisian sendiri (self-loading compactor) digunakan.
2. Sistem dimana kendaraan pengisian manual (manually loaded) digunakan.



Gambar 3 Stationary Container System (SCS)

Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

Biaya operasi kendaraan (BOK) merupakan salah satu biaya (cost) yang harus ditanggung oleh pengguna kendaraan, dalam sistim angkutan umum biaya ini dibebankan pada pemilik kendaraan atau pengemudi (operator). Beberapa metode yang berusaha menghitung komponen BOK adalah Transport and Research Laboratory (TRRL) berdasarkan penelitian di Kenya, untuk perhitungan BOK di jalan luar kota (rural road) Negara – Negara berkembang, Metode Road User Cost Manual, (1992) (RUCM), Metode The Highway Design And Maintenance Standards Model – Vehicle Speeds And Operating Cost, (1987) (HDM III-VOC), metode Pacific Consultants Internasional, (1990) (PCI), metode yang dikembangkan oleh LAPI-ITB, (1997) dan masih banyak lagi.

Komponen BOK terdiri dari biaya tetap, biaya variabel dan biaya lainnya. Biaya tetap meliputi : biaya penyusutan, biaya administrasi gaji dan tunjangan awak bus, bunga modal, asuransi kendaraan, pegawai selain awak kendaraan dan pengelolaan. Biaya variabel meliputi : biaya bahan bakar, biaya oli mesin, biaya ban, biaya pemeliharaan dan biaya mekanik. Dengan rumus sesuai metode PCI akan diperoleh kuantitas dalam bentuk non dimensional, karena itu diperlukan nilai moneter untuk mendapatkan biaya operasi kendaraan dalam mata uang tertentu (rupiah). Perhitungan komponen BOK metode PCI masih dalam satuan per 1000 km sehingga untuk mendapatkan nilai satuan per km diperlukan jarak

dari jalan yang dilalui, untuk kecepatan (running speed) dalam km/jam.

Tabel 1 Spesifikasi Model Perhitungan Biaya Operasi Kendaraan

Komponen	HDM III	PCI	TRR L	ABE LSON	CRR I	IHC M	NIMP AC
Bahan bakar	XXX	X	XX	X	XXX	XXX	XXX
Oli	XXX	X	X	TT	XX	XX	XXX
Ban	XXX	X	X	X	XXX	XX	XXX
Suku cadang	XXX	X	XX	X	XXX	X	XXX
Tenaga kerja	XXX	X	XX	TT	X	X	X
Depresiasi	X	X	XX	X	TT	TT	TT
Bunga modal	X	X	TT	TT	TT	TT	TT
Asuransi	TT	X	TT	TT	TT	TT	TT
Overhead dll	X	X	TT	TT	TT	TT	TT

Model PCI (Yanagiya, 1990), yang dipergunakan untuk menghitung BOK ini merupakan persamaan regresi dengan kecepatan sebagai variabel bebas. Persamaan itu adalah sebagai berikut:

Biaya Operasi Truk Sampah

- a. Konsumsi bahan bakar
 $Y = (0,06427 S^2 - 7,06130 S + 318,3326) \times$ harga bensin / liter
 Dimana:
 $Y =$ Konsumsi bahan bakar (rupiah / 1000km)
 $S =$ Kecepatan kendaraan (km/jam)
- b. Konsumsi oli mesin
 $Y = (0,00048 \times S^2 - 0,05608 \times S + 3,07383) \times$ harga minyak pelumas / liter
 $Y =$ Konsumsi minyak pelumas (rupiah / 1000km)
- c. Pemakaian ban
 $Y = (0,0011553 \times S - 0,0059333) \times$ harga ban per buah
 $Y =$ Konsumsi ban (1 (satu) ban / 1000km)
- d. Biaya pemeliharaan onderdil
 $Y = (0,0000191 \times S + 0,0015400) \times$ harga mobil
 $Y =$ Total perbaikan dan pemeliharaan dihitung dari nilai penyusutan / 1000km
- e. Biaya mekanik
 $Y = (0,01511 \times S + 1,21200) \times$ ongkos mekanik / jam
 $Y =$ Jumlah upah kerja / 1000km
- f. Penyusutan kendaraan/depresiasi
 $Y = 1/(6,129 \times S + 245) \times$ harga mobil
 $Y =$ Penyusutan kendaraan dikalikan dengan nilai sisit kendaraan
- g. Suku bunga
 $Y = \{(0,12 \times 1000) / (1,750 \times S)\} \times$ harga mobil
 $Y =$ Suku bunga / 1000km
- h. Asuransi
 $Y = \{(0,06) \times 1000 \times 0,5\} / (1,750 \times S) \times$ harga mobil
 $Y =$ Asuransi / 1000km

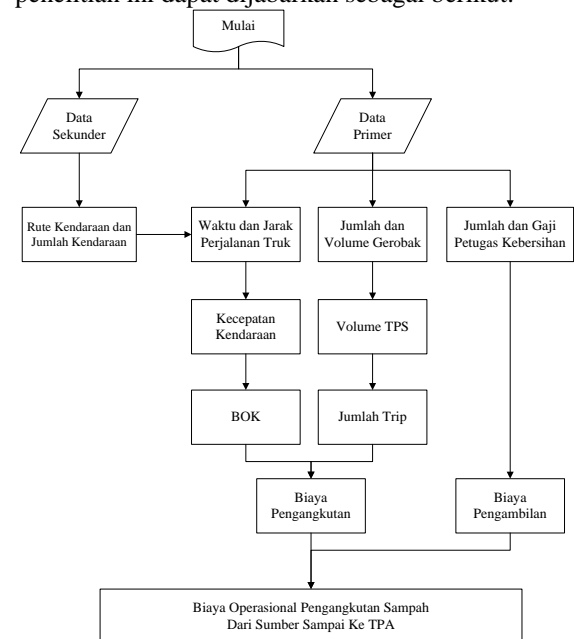
- i. Upah crew
 $Y = (1,000 / S) \times$ (upah supir + upah crew)
 $Y =$ (upah supir + upah crew) / 1000km
- j. Biaya overhead
 10 % dari jumlah sub total biaya a sampai i diatas.

METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode pengambilan data dan metode untuk analisa data. Pada metode pengambilan data menggunakan dua cara, yaitu survey secara langsung di lapangan dan pengambilan data pada pihak-pihak yang terkait.

Survey yang dilakukan dalam penelitian ini adalah survey volume sampah terangkut di Kota Malang dan survei waktu pengambilan sampah dan waktu pengangkutan sampah.

Pengambilan data dilakukan pada 13 transfer depo selama satu minggu yang diasumsikan mewakili gambaran sistem pengangkutan sampah. Sedangkan data sekunder didapatkan dari kantor Dinas Kebersihan Kota Malang. Alur dari metode penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut:



Gambar 4 Diagram Alur Penelitian

PEMBAHASAN

Dari hasil survey pengangkutan sampah yang di lakukan di seluruh wilayah Kota Malang, diperoleh hasil analisa sebagai berikut

Jarak Tempuh Kendaraan

Jarak tempuh merupakan panjangnya rute yang dilalui oleh jenis kendaraan dump truck dan arm roll dari lokasi Pool – TPS – TPA – Pool dalam satuan Km (Kilometer).

Tabel 1 Jarak Tempuh Kendaraan *Arm Roll*

No.	Nopol	Daerah Layanan	Jarak Tempuh (Km/hari)
1	N 8196 AP	Teluk Pacitan Bandulan Tidar Bawah Gasek RSSA	97,83
2	N 9982 AB	Velodrome Menjing Klabang Pembantaian	76,20
3	N 8195 AP	UNIBRAW Graha Dewata Puncak Tidar Permata Jingga MATOS MOG	71,35
4	N 8193 AP	Tasikmadu Tlogomas Joyogrand Term. Mulyorejo Araya Dieng	77,60
5	N 9980 AB	Kedung Kandang Jl. Raya Buring Tlogo Waru Ksatrian Dalam UNIBRAW	79,61
6	N 8015 AP	Brantas Lesanpuro Merjosari	70,13
7	N 8012 AP	Pandan Wangi Tunjung Sekar Tasik Madu Terminal Arjosari	99,27
8	N 8021 AP	Polowijen Tunggul Wulung River Side	80,47
9	N 8016 AP	Kwangsan Polehan ITN	79,59
10	N 8051 AP	Gadang Keben Dinoyo Trm. Hamid Rusdi Bakalan	78,35
11	N 8011 AP	Malabar Narotama Comboran ABM	81,49
12	N 8018 AP	Klayatan Pondok Indah Sukun Karanglo	48,9
13	N 8014 AP	Tanjung Ketawanggede Grendel Wahidin	94,65
14	N 8017 AP	Sawojajar Tidar	87,05
15	N 8053 AP	Gadang Gg 1 Cemoro Kandang	56,5
Rata-rata			78,60

Sumber: Hasil survey

Waktu Tempuh Kendaraan

Waktu tempuh yaitu lamanya perjalanan yang di tempuh oleh jenis kendaraan dump truck dan arm roll dari lokasi Pool – TPS – TPA – Pool dalam satuan menit.

Tabel 2 Waktu Tempuh Kendaraan *Arm Roll*

No.	Nopol	Daerah Layanan	Waktu Tempuh (menit/hari)
1	N 8196 AP	Teluk Pacitan Bandulan Tidar Bawah Gasek RSSA	338,1
2	N 9982 AB	Velodrome Menjing Klabang Pembantaian	258,5
3	N 8195 AP	UNIBRAW Graha Dewata Puncak Tidar Permata Jingga MATOS MOG	197,1
4	N 8193 AP	Tasikmadu Tlogomas Joyogrand Term. Mulyorejo Araya Dieng	232,0
5	N 9980 AB	Kedung Kandang Jl. Raya Buring Tlogo Waru Ksatrian Dalam UNIBRAW	230,5
6	N 8015 AP	Brantas Lesanpuro Merjosari	205,3
7	N 8012 AP	Pandan Wangi Tunjung Sekar Tasik Madu Terminal Arjosari	262,7
8	N 8021 AP	Polowijen Tunggul Wulung River Side	220,0
9	N 8016 AP	Kwangsan Polehan ITN	223,3
10	N 8051 AP	Gadang Keben Dinoyo Trm. Hamid Rusdi Bakalan	211,8
11	N 8011 AP	Malabar Narotama Comboran	221,7

ABM			
No.	Nopol	Daerah Layanan	Waktu Tempuh (menit/hari)
12	N 8018 AP	Klayatan Pondok Indah Sukun Karanglo	183,3
13	N 8014 AP	Tanjung Ketawanggede Grendel Wahidin	266,5
14	N 8017 AP	Sawojajar Tidar	257,5
15	N 8053 AP	Gadang Gg 1 Cemoro Kandang	163,5
Rata-rata			231,4

Sumber: Hasil survey

Kecepatan Kendaraan

Kecepatan adalah perbandingan antara jarak tempuh dan lamanya perjalanan yang di tempuh oleh jenis kendaraan dump truck dan arm roll dari lokasi Pool – TPS – TPA – Pool dalam satuan km/jam (Kilometer per jam).

Tabel 3 Kecepatan Kendaraan Arm Roll

No.	Nopol	Daerah Layanan	Kecepatan (Km/jam)
1	N 8196 AP	Teluk Pacitan Bandulan Tidar Bawah Gasek RSSA	20,80
2	N 9982 AB	Velodrome Menjing Klabang Pembantaian	23,55
3	N 8195 AP	UNIBRAW Graha Dewata Puncak Tidar Permata Jingga MATOS MOG	22,09
4	N 8193 AP	Tasikmadu Tlogomas Joyogrand Term. Mulyorejo Araya Dieng	20,63
5	N 9980 AB	Kedung Kandang Jl. Raya Buring Tlogo Waru Ksatrian Dalam UNIBRAW	21,11
6	N 8015 AP	Brantas Lesanpuro Merjosari	20,79
7	N 8012 AP	Pandan Wangi Tunjung Sekar Tasik Madu Terminal Arjosari	23,30
No.	Nopol	Daerah Layanan	Kecepatan (Km/jam)
8	N 8021 AP	Polowijen Tunggul Wulung River Side	22,13
9	N 8016 AP	Kwangsan Polehan ITN	21,66
10	N 8051 AP	Gadang Keben	24,01

Dinoyo Trm. Hamid Rusdi Bakalan			
No.	Nopol	Daerah Layanan	Waktu Tempuh (menit/hari)
11	N 8011 AP	Malabar Narotama Comboran ABM	21,15
12	N 8018 AP	Klayatan Pondok Indah Sukun Karanglo	25,38
13	N 8014 AP	Tanjung Ketawanggede Grendel Wahidin	23,74
14	N 8017 AP	Sawojajar Tidar	20,70
15	N 8053 AP	Gadang Gg 1 Cemoro Kandang	21,11
Rata-rata			22,21

Volume Kendaraan

Volume adalah kapasitas bak yang dimiliki oleh jenis kendaraan dump truck dan arm roll dalam satuan meter kubik (m³) untuk mengangkut sampah setiap harinya.

Tabel 3 Volume Kendaraan Arm Roll

Nopol	Jenis Kendaraan	Daerah Layanan	Ukuran Bak (m ³)	Volume		
				Rata-rata per hari (m ³)	Jumlah 1 minggu (m ³)	
N 8196 AP	TOYOTA NEW DYNA WU 342 R TKMQ AD 3	Teluk Pacitan Bandulan Tidar Bawah Gasek	7,052	9,19	55,12	
				8,56	51,33	
				8,72	52,34	
				8,67	43,36	
N 9982 AB	TOYOTA NEW DYNA WU 342 R TKMQ AD 3	Velodrome Menjing Klabang	7,052	RSSA	8,25	49,50
				Velodrome	9,87	59,24
				Menjing	8,07	40,35
				Klabang	6,01	18,02
N 8195 AP	TOYOTA NEW DYNA WU 342 R TKMQ AD 3	UNIBRAW Graha Dewata Puncak Tidar Permata	5,76	Jingga	5,55	5,55
				MATOS MOG	6,00	36,02
N 8193 AP	TOYOTA NEW DYNA WU 342 R TKMQ AD 3	Tasikmadu Tlogomas Joyogrand Term. Mulyorejo Araya Dieng	7,052	Graha	5,70	5,70
				Dewata	5,70	5,70
				Puncak Tidar	5,70	34,20
				Permata	5,70	34,20
N 9980 AB	TOYOTA DYNA RINO BY 43	Kedung Kandang Jl. Raya Buring Tlogo Waru Ksatrian Dalam UNIBRAW	7,052	Tasikmadu	10,70	10,70
				Tlogomas	9,93	59,55
				Joyogrand	7,95	15,90
				Term.	6,31	12,61
N 8015 AP	TOYOTA DYNA RINO BY 43	Brantas Lesanpuro Merjosari	8,712	Mulyorejo	8,22	49,32
				Araya	7,70	15,40
				Kedung Kandang	10,46	52,29
				Jl. Raya Buring	10,09	50,46
N 8012 AP	TOYOTA DYNA RINO BY 43	Pandan Wangi Tunjung Sekar Tasik Madu Terminal Arjosari	7,052	Tlogo Waru	8,06	32,22
				Buring	8,96	44,78
				Dalam	7,30	7,30
				UNIBRAW	12,83	38,48
N 8016 AP	TOYOTA DYNA RINO BY 43	Kwangsan Polehan ITN	8,712	Lesanpuro	9,24	27,71
				Merjosari	8,56	25,69
N 8021 AP	TOYOTA DYNA RINO BY 43	Polowijen Tunggul Wulung River Side	8,712	Pandan Wangi	11,68	35,03
				Tunjung	8,54	25,63
				Sekar	7,05	7,05
				Tasik Madu	7,19	7,19
N 8051 AP	TOYOTA DYNA RINO BY 43	Gadang Keben Dinoyo Trm. Hamid Rusdi Bakalan	8,712	Arjosari	14,74	44,22
				Polowijen	9,25	18,50
				Tunggul	8,79	8,79
				Wulung	15,17	60,68
N 8011 AP	TOYOTA DYNA RINO BY	Malabar Narotama Comboran	8,712	River Side	13,11	52,45
				Polehan	8,54	8,54
				ITN	16,14	64,56
				Gadang	8,80	35,20
N 8016 AP	TOYOTA DYNA RINO BY 43	Kwangsan Polehan ITN	8,712	Dinoyo	11,28	45,11
				Trm. Hamid	7,53	15,05
				Rusdi	8,10	8,10
				Bakalan	18,01	54,04
N 8011 AP	TOYOTA DYNA RINO BY	Malabar Narotama Comboran	8,712	Bakalan	9,30	27,89
				Malabar	9,13	27,38
				Narotama	9,13	27,38
				Comboran	9,13	27,38

	43	ABM		7,71	7,71
N 8018 AP	TOYOTA	Klayatan		8,72	17,43
	DYNA	Pondok	8,712	9,06	18,11
	RINO BY	Indah Sukun		8,72	8,72
	43	Karanglo			
N 8014 AP	TOYOTA	Tanjung		11,35	22,70
	DYNA	Ketawangged			
	RINO BY	e	7,052	13,72	27,43
	43	Grendel		6,11	12,21
		Wahidin		6,43	6,43
N 8017 AP	TOYOTA	Sawojajar		29,13	58,26
	DYNA		8,064		
	RINO BY				
	43	Tidar		9,00	18,00
N 8053 AP	TOYOTA	Gadang Gg 1		13,68	27,36
	DYNA		7,052		
	RINO BY	Cemoro			
	43	Kandang		7,20	7,20
TOTAL				9,44	1.715,71

Sumber: Hasil survey

Biaya Pengangkutan Sampah

Biaya pengangkutan sampah disini meliputi biaya yang dikeluarkan untuk mengangkut sampah ke TPA. Faktor yang diperhitungkan ada dua yaitu faktor biaya pengumpulan sampah dari rumah tangga ke TPS dan faktor biaya operasional kendaraan. Biaya operasional kendaraan mengacu pada penelitian oleh Metode PCI (1990).

Berikut ini adalah analisis perhitungan dapat dilihat pada biaya operasional kendaraan tipe colt diesel jenis dump truck dan arm roll dengan data dasar sebagai berikut:

a.	Harga Bahan Bakar Minyak (BBM)	= Rp.	4.500
b.	Harga Olie Pelumas Mesin	= Rp.	22.500
	Harga Ban	= Rp.	1.355.000
	Harga Jual Kendaraan :		
	<i>Arm roll toyota new dyna wu 342 r tkmq ad 3</i>	= Rp.	203.300.000
	<i>Arm roll toyota dyna rino by 43</i>	= Rp.	201.600.000
	Upah Mekanik	= Rp.	18.750
	Upah Operator/Sopir	= Rp.	10.900
	STNK		
	<i>Arm roll toyota new dyna wu 342 r tkmq ad 3</i>	= Rp.	1.386.600
	<i>Arm roll toyota dyna rino by 43</i>	= Rp.	1.368.600
	SWJDKLLJ	= Rp.	163.000
	Kir (/tahun)	= Rp.	200.000
c.	Kecepatan Perjalanan rata-rata (km/jam)		
	<i>Arm roll toyota new dyna wu 342 r tkmq ad 3</i>	=	21,96
	<i>Arm roll toyota dyna rino by 43</i>	=	21,63
d.	Kapasitas Alat Angkut Sampah (m ³)		
	<i>Arm roll toyota new dyna wu 342 r tkmq ad 3</i>	=	7,05
	<i>Arm roll toyota dyna rino by 43</i>	=	8,71
	Volume Angkut Sampah (m ³)		
	<i>Arm roll toyota new dyna wu 342 r tkmq ad 3</i>	=	7,23
	<i>Arm roll toyota dyna rino by 43</i>	=	10,92
	Jarak (Km)		

<i>Arm roll toyota new dyna wu 342 r tkmq ad 3</i>	=	77,30
<i>Arm roll toyota dyna rino by 43</i>	=	90,40

Perhitungan Variabel Cost

Perhitungan ini merupakan variabel cost kondisi eksisting dump truck kecepatan 21,09 km/jam dan arm roll kecepatan 22,22 km/jam. Untuk variabel cost pada kecepatan lain menyesuaikan.

- Konsumsi Bahan Bakar**
 $Y = 0,06427V^2 - 7,0613V + 318,3326$
 Keterangan: Y = Pemakaian bahan bakar minyak tiap 1.000 km
 V = Kecepatan kendaraan berjalan
 $Y_{dt} = (0,06427V^2 - 7,0613V + 318,3326) \times$
 Harga BBM
 $= 0,06427 (21,09)^2 - 7,0613 (21,09) + 318,3326 \times Rp 4.500,-$
 $= Rp 890.983,-$
 $Y_{ar} = (0,06427V^2 - 7,0613V + 318,3326) \times$
 Harga BBM
 $= 0,06427 (22,22)^2 - 7,0613 (22,22) + 318,3326 \times Rp 4.500,-$
 $= Rp 869.231,-$
- Pemakaian pelumas (Oli)**
 $Y = 0,00048V^2 - 0,05608V + 3,07383$
 Keterangan: Y = Pemakaian oli tiap 1.000 km
 V = Kecepatan kendaraan berjalan
 $Y_{dt} = (0,00048V^2 - 0,05608V + 3,07383) \times$
 harga oli
 $= 0,00048 (21,09)^2 - 0,05608 (21,09) + 3,07383 \times Rp 22.500$
 $= Rp 47.354,-$
 $Y_{ar} = (0,00048V^2 - 0,05608V + 3,07383) \times$
 harga oli
 $= 0,00048 (22,22)^2 - 0,05608 (22,22) + 3,07383 \times Rp 22.500$
 $= Rp 46.456,-$
- Penggunaan ban kendaraan**
 $Y = 0,0015553 V - 0,0059333$
 Keterangan: Y = Penggunaan ban kendaraan tiap 1.000 km
 V = Kecepatan kendaraan berjalan
 $Y_{dt} = 0,0015553 V - 0,005933 \times$ jumlah ban x harga ban
 $= 0,0015553 (21,09) - 0,005933 \times 6 \times Rp 1.355.000$
 $= Rp 149.852,-$
 $Y_{ar} = 0,0015553 V - 0,005933 \times$ jumlah ban x harga ban
 $= 0,0015553 (22,22) - 0,005933 \times 6 \times Rp 1.355.000$
 $= Rp 160.466,-$
- Biaya Onderdil**
 $Y = 0,0000191 V + 0,0015400$
 Keterangan: Y = Perawatan onderdil tiap 1.000 km
 V = Kecepatan kendaraan berjalan

$$Y_{dt} = 0,0000191 V + 0,0015400 \times \text{harga jual kendaraan}$$

$$= 0,0000191 (21,09) + 0,0015400 \times \text{Rp } 95.400.000$$

$$= \text{Rp } 185.345,-$$

$$Y_{ar} = 0,0000191 V + 0,0015400 \times \text{harga jual kendaraan}$$

$$= 0,0000191 (22,22) + 0,0015400 \times \text{Rp } 95.400.000$$

$$= \text{Rp } 399.363,-$$

e. Mekanik

$$Y = 0,01511 V + 1,212$$

Keterangan: Y = Waktu kerja mekanik tiap 1.000 km

V = Kecepatan kendaran berjalan

$$Y_{dt} = 0,01511 V + 1,212 \times \text{gaji mekanik perjam}$$

$$= 0,01511 (21,09) + 0,21200 \times \text{Rp } 18.750$$

$$= \text{Rp } 28.700,-$$

$$Y_{ar} = 0,01511 V + 1,212 \times \text{gaji mekanik perjam}$$

$$= 0,01511 (22,22) + 0,21200 \times \text{Rp } 18.750$$

$$= \text{Rp } 29.020,-$$

f. Nilai Depresiasi

$$Y = 1/(6,129V + 245)$$

Keterangan: Y = Nilai depresiasi tiap 1.000 km dikalikan 1/2 nilai depresiasi dari kendaraan.

V = Kecepatan kendaran berjalan

$$Y_{dt} = 1/(6,129V + 245) \times \text{harga jual kendaraan}$$

$$= 1/(6,129(21,09) + 245) \times \text{Rp } 95.400.000,-$$

$$= \text{Rp } 254.903,-$$

$$Y_{ar} = 1/(6,129V + 245) \times \text{harga jual kendaraan}$$

$$= 1/(6,129(22,22) + 245) \times \text{Rp } 203.300.000,-$$

$$= \text{Rp } 254.903,-$$

g. Bunga Modal

$$Y = (0,12 \times 1.000)/(1750V)$$

Keterangan : V = Kecepatan berjalan (Running Speed)

$$Y_{dt} = ((0,12 \times 1.000)/(1750V)) \times \text{harga jual kendaraan}$$

$$= ((0,12 \times 1.000)/(1750(21,09))) \times \text{Rp } 95.400.000,-$$

$$= \text{Rp } 310.181,-$$

$$Y_{ar} = ((0,12 \times 1.000)/(1750V)) \times \text{harga jual kendaraan}$$

$$= ((0,12 \times 1.000)/(1750(22,22))) \times \text{Rp } 95.400.000,-$$

$$= \text{Rp } 627.388,-$$

h. Asuransi

$$Y = ((0,06 \times 1000 \times 0,5)/(1750V))$$

Keterangan: Y = Biaya asuransi tiap 1.000 km

V = Kecepatan kendaraan berjalan

$$Y_{dt} = ((0,06 \times 1.000 \times 0,5)/(1.750V)) \times \text{harga jual kendaraan}$$

$$= ((0,06 \times 1.000 \times 0,5)/(1.750(21,09))) \times \text{Rp } 95.400.000,-$$

$$= \text{Rp } 77.545,-$$

$$Y_{ar} = ((0,06 \times 1.000 \times 0,5)/(1.750V)) \times \text{harga jual kendaraan}$$

$$= ((0,06 \times 1.000 \times 0,5)/(1.750(22,22))) \times \text{Rp } 95.400.000,-$$

$$= \text{Rp } 156.847,-$$

i. Upah Sopir

$$Y = 1000 / V$$

Keterangan: Y = Waktu perjalanan dikalikan upah tiap jam tiap 1.000 km

V = Kecepatan kendaraan (km/jam)

$$Y_{dt} = 1.000 / Vx \text{ upah sopir tiap jam}$$

$$= 1.000 / (22,22) \times \text{Rp } 10.900,00$$

$$= \text{Rp } 516.833,-$$

$$Y_{ar} = 1.000 / Vx \text{ upah sopir tiap jam}$$

$$= 1.000 / (22,22) \times \text{Rp } 10.900,00$$

$$= \text{Rp } 490.549,-$$

j. Biaya *Over head* Golongan II B (truk) : 10% sub total

$$Y_{dt} = \text{Rp } 2.446.073 \times 10\%$$

$$= \text{Rp } 246.170,-$$

$$Y_{ar} = \text{Rp } 3.312.655 \times 10\%$$

$$= \text{Rp } 331.266,-$$

$$\text{Variabel cost /1.000 km (ar)} = \text{Rp } 3.643.921,-$$

$$= \text{Rp } 2.708,-/\text{km}$$

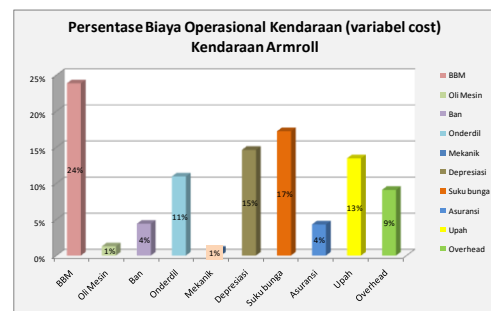
$$\text{Variabel cost / km (ar)} = \text{Rp } 3.643.921$$

$$/1.000 \text{ Km}$$

$$= \text{Rp } 97.348,-$$

$$\text{Variabel cost /hari (ar)} = 77 \text{ km} \times \text{Rp } 3.644$$

$$/\text{Kkm}$$



Gambar 5 Persentase biaya operasional kendaraan (*variable cost*) kendaraan arm roll

Berdasarkan analisa *variable cost* diketahui persentase penggunaan masing-masing tipe kendaraan adalah sebagai berikut; Pada jenis *dump truck* konsumsi BBM = 31%, Oli mesin = 2%, Ban = 5%, Onderdil = 8%, Mekanik = 1%, Depresiasi = 10%, Suku bunga = 13%, Asuransi = 3%, Upah = 18%, dan Overhead 9%. Sedangkan pada jenis *arm roll* konsumsi BBM = 24%, Oli mesin = 1%, Ban = 4%, Onderdil = 11%, Mekanik = 1%, Depresiasi = 15%, Suku bunga = 17%, Asuransi = 4%, Upah 13%, dan Overhead = 9%. (Burhamtoro, 2013)

Perhitungan Fixed Cost / Biaya Tetap

Fixed cost atau biaya tetap tidak dipengaruhi oleh besar kecepatan kendaraan, kecepatan tinggi maupun rendah akan memiliki fixed cost yang sama. Berikut ini komponen fixed cost.

- a. STNK = Rp 1.386.300,-
- b. SWJKLLJ = Rp 163.000,-
- c. Uji Kir = Rp 200.000,- /tahun

Total fixed cost /hari arm roll:

$$= (\text{Rp } 1.386.300 + \text{Rp } 163.000 + \text{Rp } 200.000) / (24 \times 12)$$

$$= \text{Rp } 6.074,-$$

Biaya pengangkutan sampah /m³ arm roll:

$$= \text{Variabel cost} + \text{Fixed cost}$$

$$= (\text{Rp } 97.348 + \text{Rp } 6.074) / 7,23 \text{ m}^3 = \text{Rp } 39.799,-$$

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut;

1. Rata-rata jarak yang di tempuh per hari jenis kendaraan arm roll adalah 78.60 km/hari.
2. Rata-rata waktu yang di tempuh per hari jenis kendaraan arm roll adalah 231,4 menit/hari.
3. Rata-rata kecepatan yang di tempuh per hari jenis kendaraan arm roll adalah 22,21 (Km/jam)/hari.
4. Total volume sampah yang diangkut oleh arm roll setiap hari rata-rata adalah 16,66 m³ dan total kapasitas dalam 1 minggu yaitu 1.598,93 m³.
5. Biaya pengangkutan sampah /m³ arm roll = Rp 39.799.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries Dwi H, R. Dhimas D. 2010. Pengolahan Sampah Kota Terseleksi Menjadi Refused Derived Fuel Sebagai Bahan Bakar Padat Alternatif. *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 11, No. 2: 127–133.
- Burhamtoro. 2002. Penentuan Kapasitas Optimum Angkutan Umum Kota (Studi Kasus:

Arjosari-Gadang Kota Malang), Tesis. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November (ITS). Surabaya

- Kensuke Yanagiya. 1990. *Feasibility Study on The Cikampek-Cirebon Toolway Project*. Japan International Cooperation Agency. Jakarta.
- Lavinson, D. 2005. *Operating Costs for Trucks, Twin Cities: Department of Civil Engineering University of Minnesota*. United States
- LAPI. 1997, Metode Pacific Consultants Internasional (PCI). Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Meydiana, Cristia. 2010. *Development of Waste Management Practices in Indonesia*. *European Journal of Scientific Research* Vol.40 No.2. pp. 199 – 210.
- O. Apaydin, dkk. 2007. *Route Optimization For Solid Waste Collection: Trabzon (Turkey) Case Study*. *Global NEST Journal*, Vol 9, No 1, pp 6-11. Turki
- Ofyar Z. Tamin. 2000. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. Institut Teknologi Bandung. Bandung
- Sakawi, Zainal. 2011. *Municipal Solid Waste Management In Malaysia: Solution For Sustainable Waste Management*. *Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation*, 6 (1): 29-38. Malaysia
- Standart Nasional Indonesia Nomor SNI-19-2454-2002 tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan, Badan Standar Nasional (BSN).
- Sukirman, Silvia. 1999. *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Jakarta: Nova
- Surjandari, Isti, dkk. 2009. Model Dinamis Pengelolaan Sampah untuk Mengurangi Beban Penumpukan. *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 11, No. 2 pp. 134-147. Jakarta
- Tchobanoglous, George, Theisen Hillary. 1993. *Integrated Solid Waste Management*. New York: McGraw Hill Inc