



Analisis Biaya Operasional Kendaraan Truk Pengangkut Sampah Jenis *Dump Truck* Di Kecamatan Tomohon Utara

Ronaldo E. J. Raranta^{#a}, Meike M. Kumaat^{#b}, Sisca V. Pandey^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^aronaldoraranta10@gmail.com, ^bmeikekumaat@unsrat.ac.id, ^csisca.pandey@unsrat.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilaksanakan dengan melihat bahwa masalah sampah disuatu wilayah sangatlah kompleks mulai dari tahap pengumpulan, pengangkutan sampai di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Kecamatan Tomohon Utara merupakan salah satu kecamatan di Kota Tomohon yang kepadatan penduduknya lebih tinggi dibanding dengan kelurahan lainnya. Kepadatan penduduk akan mempengaruhi timbulan sampah di wilayah tersebut sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi rute dan pola pengangkutan sampah serta menganalisis biaya operasional kendaraan pengangkut sampah di Kecamatan Tomohon Utara, Kota Tomohon. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode perhitungan Pacific Consultant International. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola pengangkutan *individual* sampah secara *door to door* sesuai dengan SNI Nomor 19-2454-2002 dengan rute yang dilewati mulai dari Kinilow, Kinilow Satu, Kakaskasen, Kakaskasen Satu, Kakaskasen Dua dan Kakaskasen Tiga selanjutnya ke TPA Tara-tara. Biaya operasional yang di dapat per kilometer (km) sebesar Rp.6.901/km dan untuk pelayanan pengangkutan sampah ke TPA sejauh 41,11km/hari jadi untuk biaya operasional kendaraan per hari pelayanan sebesar Rp. 283.700.

Kata kunci: biaya operasional kendaraan, Pacific Consultant International, sampah

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Sampah masih menjadi salah satu permasalahan bagi masyarakat di kota Tomohon. Sebanyak 70 ton sampah dihasilkan masyarakat kota Tomohon setiap harinya. Berdasarkan jika satu orang penduduk ditaksir memproduksi 0,7 kilogram sampah per hari (Tribun Manado, 2021). Angka ini belum termasuk sampah yang di buang secara sembarangan di daerah aliran sungai dan lokasi lainnya selain tempat pembuangan sampah, sehingga kebutuhan dalam pengaturan untuk mengangkut sampah menjadi hal yang sangat penting agar tidak terganggunya aktivitas sosial, ekonomi, dan budaya di kota Tomohon khususnya di kecamatan Tomohon Utara. Tingkat pertumbuhan yang semakin naik setiap tahunnya, apalagi kota Tomohon sebagai kota bunga akan menjadi salah satu pusat Pariwisata Nasional bahkan Internasional, maka sampah yang ditimbulkan akan semakin meningkat. Persoalan mengenai sampah ditimbulkan dari banyak faktor, misalnya kesadaran masyarakat terhadap pengelolaan sampah rumah tangga, kesadaran untuk tidak membuang sampah sembarangan, dan aturan – aturan pemerintah yang belum berjalan dengan baik.

Peningkatan jumlah penduduk pun akan berbanding lurus dengan peningkatan kebutuhan tiap orang. Hal ini menjadi dasar semakin dibutuhkan juga transportasi dalam pemenuhan atas kebutuhan masing – masing orang. Kemacetan pun akan menjadi masalah tambahan yang mempengaruhi aktivitas orang. Biaya operasional akan semakin bertambah jika kemacetan tidak dapat diatur secara tepat. Kegiatan pengurangan sampah bermakna agar seluruh lapisan masyarakat, baik pemerintah, dunia usaha maupun masyarakat luas melaksanakan kegiatan

pembatasan timbulan sampah, pendauran ulang dan pemanfaatan Kembali sampah atau lebih dikenal dengan sebutan 3R (Reduce, Reuse, Recycle). Sistem pengelolaan sampah berorientasi pada isu keberlanjutan, terutama melalui penggabungan teknologi 3R (Shekdar, 2009).

Sistem pengangkutan sampah berhubungan dengan biaya dalam pengelolaannya. Semakin jauh rute pelayanan dan semakin banyak jumlah ritasi truk maka semakin besar pula biaya dalam pengoperasian yang harus dikeluarkan. Dari pengamatan yang telah dilakukan, Tempat Pembuangan Akhir (TPA) kota Tomohon berjarak cukup jauh. Hal ini yang mendasari untuk dilakukan analisis truk pengangkut sampah di wilayah Tomohon Utara.

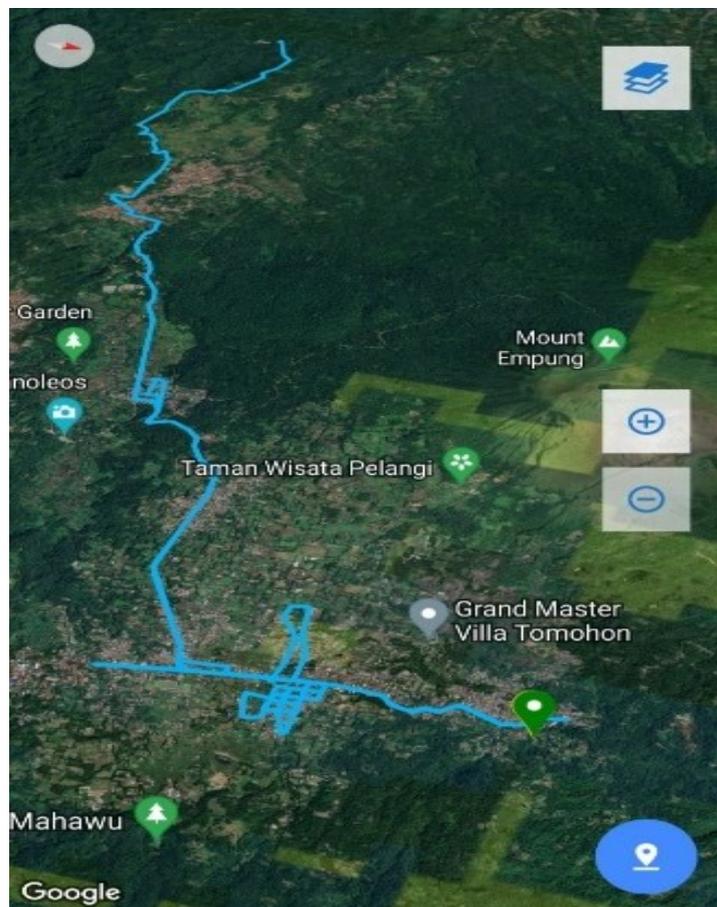
1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, terdapat beberapa pokok permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapakah biaya operasional kendaraan pengangkut sampah di kecamatan Tomohon Utara Kota Tomohon?
2. Bagaimana sistem dan pola pengangkutan sampah pada wilayah pelayanan kecamatan Tomohon Utara Kota Tomohon?
3. Bagaimana rute dalam proses pengangkutan sampah di kecamatan Tomohon Utara Kota Tomohon?

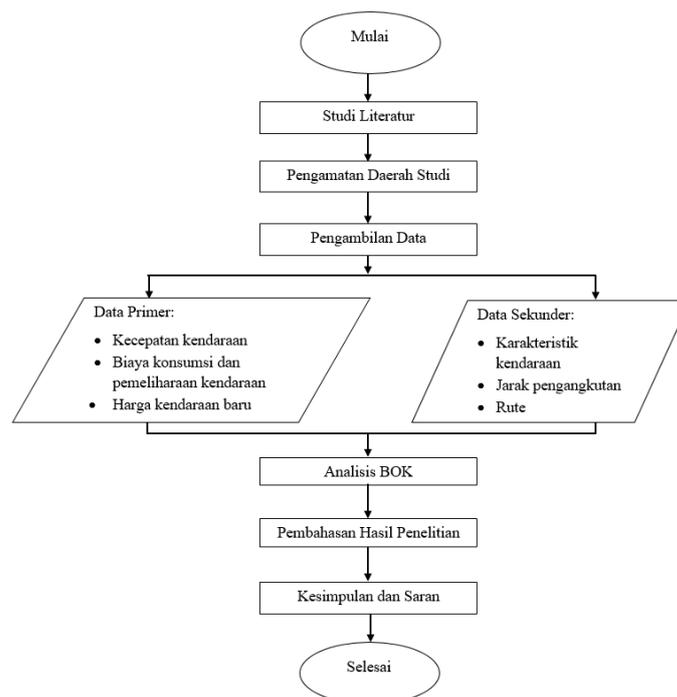
1.3. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis biaya operasional kendaraan dalam sistem pengangkutan sampah yang ada di kecamatan Tomohon Utara kota Tomohon.
2. Mengetahui pola pengangkutan atau pengumpulan sampah di kecamatan Tomohon Utara kota Tomohon.
3. Mengetahui rute dalam proses pengangkutan sampah di kecamatan Tomohon Utara Kota Tomohon.



Gambar 1. Rute Pengangkutan

2. Metode



Gambar 2. *Flow Chart* Metode Penelitian

Lokasi tempat dilaksanakannya penelitian berada di kecamatan Tomohon Utara, kota Tomohon, Sulawesi Utara. Pada kecamatan tersebut terdapat berbagai aktifitas yang beragam seperti adanya kawasan perkantoran, pendidikan, rumah makan, minimarket dan juga kawasan perumahan yang memiliki tingkat produksi sampah yang besar. Tidak jauh dari daerah itu juga terdapat pom bensin yang dapat mempengaruhi lalu lintas jika terjadi antrian selain itu juga terjadi proses naik turun penumpang angkutan umum (angkot) tepat pada lengan simpang yang tentunya mengurangi kapasitas jalan yang pada akhirnya berimbas pada kemacetan yang panjang.

Dalam melaksanakan suatu penelitian perlu dilakukan observasi awal untuk meninjau beberapa hal yang ada di lapangan agar saat penelitian tidak menemukan kendala yang serius. Hal - hal yang perlu ditinjau, yaitu berupa data survei kecepatan kendaraan, dan survei harga komponen biaya operasional kendaraan.

2.2. Survei Lapangan

Dalam melaksanakan suatu penelitian perlu dilakukan observasi awal untuk meninjau beberapa hal yang ada di lapangan agar saat penelitian tidak menemukan kendala yang serius. Hal - hal yang perlu ditinjau, yaitu berupa data survei kecepatan kendaraan, dan survei harga komponen biaya operasional kendaraan.

2.2.1. Survei Rute Pengangkutan

Survei terkait rute, yaitu survei terhadap pengangkutan oleh *Dump Truck* yang melewati jalur – jalur yang ditetapkan. Survei akan dilaksanakan secara manual dengan menggunakan alat bantu berupa aplikasi *track my trip* dan dilaksanakan sebanyak 3 kali perjalanan sesuai dengan waktu pelayanan yang telah ditetapkan oleh instansi terkait.

2.2.2. Survei Kecepatan Kendaraan

Survei terkait kecepatan pada penelitian ini yaitu survei kecepatan perjalanan (*Travel Speed*) dengan menggunakan metode kendaraan contoh. Survei akan dilakukan sesuai dengan standar SNI, Dirjen Bina Marga (Panduan Survei dan Perhitungan Waktu Perjalanan Lalu Lintas, 1990). Survei ini terkait kecepatan kendaraan contoh akan dilakukan pada seluruh ruas jalan yang

akan diteliti dengan menggunakan bantuan alat berupa aplikasi *track my trip*, waktu tempuh akan dicatat mulai dari titik awal perjalanan hingga sampai pada titik akhir tujuan. Pelaksanaan survei dilaksanakan sebanyak 3 kali perjalanan sesuai dengan waktu pelayanan yang telah ditetapkan oleh instansi terkait.

2.2.3. Survei Harga

Survei akan dilakukan dengan mendatangi dealer atau bengkel mobil untuk meminta berkas terkait harga kendaraan berat jenis kendaraan *dump truck*, harga ban, harga oli dan upah mekanik per tahun 2023 atau dapat menggunakan data yang didapatkan melalui survei lapangan.

2.3. Analisis Data

Data primer dan data sekunder yang sudah diperoleh dari lapangan merupakan masukan untuk perhitungan biaya operasional kendaraan pengangkut sampah dengan menggunakan perhitungan *Pacific Consultants International (PCI)*. Perhitungan menggunakan metode ini bertujuan untuk mengetahui biaya operasional yang dikeluarkan oleh kendaraan pengangkut. Persamaan untuk menghitung biaya operasional kendaraan dapat dilihat pada rumus 2-1.

$$\text{BOK} = \text{BT} + \text{BTT} \quad (2-1)$$

Dimana :

BOK = Biaya Operasional Kendaraan

BTT = Biaya Tidak Tetap

BT = Biaya tetap

2.3.1. Biaya Tetap (Fixed Cost)

Biaya tetap adalah biaya yang rutin dikeluarkan oleh pemilik kendaraan dalam jangka waktu tertentu. Komponen dari biaya tetap yang dimaksud adalah biaya penyusutan, biaya asuransi kendaraan, biaya suku bunga, biaya waktu perjalanan dan biaya tak terduga (*overhead*). Setiap komponen biaya didapat dengan menggunakan rumus dari *Pacific Consultant International (PCI)* dan dijelaskan sebagai berikut.

a. Biaya penyusutan

Biaya penyusutan dapat diartikan sebagai biaya yang dikeluarkan akibat berkurangnya nilai pemakaian dalam jangka waktu tertentu. Biaya penyusutan kendaraan dapat dihitung berdasarkan rumus persamaan 2-2 sebagai berikut.

$$\text{Fdp} = 1 / (9 S + 450) \quad (2-2)$$

Dengan :

Fdp = faktor depresiasi/penyusutan

S = *speed* atau kecepatan kendaraan (km/jam)

b. Biaya bunga modal

Biaya suku bunga kendaraan dihitung menggunakan rumus persamaan 2-3 sebagai berikut.

$$\text{Fbm} = 150 / (2572,42857 S) \quad (2-3)$$

Dengan:

Fbm = faktor bunga modal

S = *speed* atau kecepatan kendaraan (km/jam)

c. Biaya asuransi

Biaya asuransi adalah biaya pertanggungan kerugian atau kerusakan terhadap kendaraan bermotor. Biaya asuransi kendaraan dihitung menggunakan rumus persamaan 2-4 sebagai berikut.

$$\text{Fas} = 6 / (2571,42857 S) \quad (2-4)$$

Dengan :

Fas = faktor asuransi

S = *speed* atau kecepatan kendaraan (km/jam)

2.3.2. Biaya Tidak Tetap (Running Cost)

Komponen biaya tidak tetap antara lain adalah biaya konsumsi bahan bakar, biaya oli mesin, biaya pemakaian ban, biaya pemeliharaan dan biaya mekanik.

a. Konsumsi bahan bakar

Untuk mendapatkan biaya konsumsi bahan bakar, dihitung dahulu nilai konsumsi bahan bakar kendaraan melalui persamaan 2-5 sebagai berikut.

$$F_{bb} = 0,21692 S^2 - 24,15490 S + 954,78624 \quad (2-5)$$

Dengan :

F_{bb} = faktor konsumsi bahan bakar kendaraan dalam liter/1000km

S = *speed* atau kecepatan kendaraan (km/jam)

b. Konsumsi minyak pelumas

Untuk mendapatkan biaya konsumsi oli mesin, terlebih dahulu menghitung nilai konsumsi oli mesin kendaraan melalui persamaan 2-6 sebagai berikut.

$$F_{mp} = 0,00209 S^2 - 0,24413 S + 13,29445 \quad (2-6)$$

Dengan :

F_{mp} = konsumsi oli mesin kendaraan dalam liter/1000km

S = *speed* atau kecepatan kendaraan (km/jam)

c. Pemakaian ban

Untuk mendapatkan biaya konsumsi ban, dicari dahulu nilai pemakaian ban kendaraan melalui persamaan 2-7 sebagai berikut.

$$F_{kb} = 0,0012356 S - 0,0065667 \quad (2-7)$$

Dengan :

F_{kb} = faktor konsumsi ban/1000km

S = *speed* atau kecepatan kendaraan (km/jam)

d. Biaya pemeliharaan

Untuk menghitung biaya pemeliharaan kendaraan, digunakan rumus 2-8 sebagai berikut.

$$F_{pc} = 0,0000332 S + 0,0020891 \quad (2-8)$$

Dengan :

F_{pc} = faktor biaya suku cadang/1000km

S = *speed* atau kecepatan kendaraan (km/jam)

e. Biaya mekanik

Untuk menghitung biaya upah mekanik, digunakan rumus 2-9 sebagai berikut.

$$F_{pk} = 0,02311 S + 1,97733 \quad (2-9)$$

Dengan:

F_{pk} = Faktor biaya tenaga kerja

S = *speed* atau kecepatan kendaraan (km/jam)

Tabel 1. Nilai Moneter Biaya Operasi Kendaraan

Komponen BOK	Perhitungan BOK (dalam rupiah)
Depresiasi/penyusutan (Fdp)	$Fdp \times 0,5 \text{ harga kendaraan terdepresiasi} / 1000$
Bunga Modal (Fbm)	$Fbm \times 0,5 \text{ harga kendaraan terdepresiasi} / 1000$
Asuransi	$Fas \times 0,5 \text{ Harga kendaraan baru} / 1000$
Konsumsi Bahan Bakar (Fbb)	$Fbb \times \text{Harga satuan Bahan Bakar} / 1000$
Konsumsi Minyak Pelumas (Fmp)	$Fmp \times \text{Harga satuan Minyak Pelumas} / 1000$
Konsumsi Ban	$Fkb \times \text{Harga satuan Ban} / 1000$
Biaya Pemeliharaan	Biaya suku cadang (Fpc) $Fpc \times \text{harga kendaraan terdepresiasi} / 1000$
	Biaya Tenaga Kerja (Fpk) $Fpk \times \text{Harga upah mekanik per jam} / 1000$
Biaya <i>Overhead</i>	10% dari total semua biaya

Sumber: Jasa Marga dan LAPI-ITB

3. Kajian Literatur

3.1. Biaya Operasional Kendaraan

Menurut (Tamin, OZ. 1997) biasanya prinsip dalam menentukan biaya transportasi adalah biaya yang dihubungkan dengan biaya yang harus ditanggung oleh seorang atau kelompok orang. Biaya operasional kendaraan didefinisikan sebagai biaya yang secara ekonomi terjadi dengan sendirinya satu kendaraan pada kondisi normal untuk suatu tujuan tertentu.

Tabel 2. Klasifikasi kendaraan berdasarkan Jasa Marga (PCI)

JENIS KENDARAAN	GOLONGAN
Kendaraan angkut ringan	Golongan I
Kendaraan angkut sedang	Golongan IIA
Kendaraan angkut berat	Golongan IIB

Sumber: PCI

3.2. Pola Pengangkutan

Menurut SNI Nomor 19-2454-2002 tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan memiliki tiga pola pengangkutan, yaitu:

1. Pola Individual Langsung (*Door to Door*)

Pola pengangkutan ini menggunakan truk yang mengangkut sampah dari pool menuju titik sumber sampah pertama untuk mengambil sampa, dan selanjutnya mengambil sampah ke titik sumber sampah lainnya sampai kapasitas dari truk tersebut terisi penuh. Truk yang sudah terisi penuh dengan sampah akan menuju ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) dan melakukan pengosongan. Setelah itu, truk Kembali menuju ke titik sumber sampah selanjutnya sampai

terpenuhi ritasi yang telah ditetapkan.

2. Pola transfer depo (tipe I dan tipe II)

Truk pengangkut sampah keluar dari *pool* langsung menuju lokasi pemindahan di transfer depo untuk mengangkut sampah ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA), selanjutnya dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) truk pengangkut kembali ke transfer depo untuk mengambil ritasi berikutnya.

3. Pola pengangkutan kontainer tetap

Pola ini biasanya untuk kontainer kecil serta alat angkut berupa truk pemadat atau *dump truck* atau truk biasa. Kemudian dari *pool* menuju kontainer pertama, sampah dituangkan ke dalam truk *compactor* dan meletakkan kembali kontainer yang kosong, kendaraan menuju ke kontainer berikutnya sampai truk penuh untuk diangkut ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA).

3.3. Pemilihan Rute

Tujuan dari proses pemilihan rute untuk menentukan model perilaku pergerakan dalam mengetahui rute terbaiknya. Dalam proses penentuan rute, pergerakan antara dua zona tertentu dibebankan ke rute tertentu yang terdiri dari ruas jaringan jalan tertentu. Jadi dalam penentuan model rute yang akan digunakan setiap pengendara akan didapatkan jumlah pergerakan pada setiap ruas jalan (Tamin, Ofyar. Z, 2000).

Dengan mengasumsikan bahwa setiap pengendara memilih rute yang meminimumkan biaya perjalanan, maka adanya penggunaan ruas jalan yang lain mungkin disebabkan oleh perbedaan persepsi pribadi tentang biaya atau mungkin juga disebabkan oleh keinginan untuk menghindari macet.

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1. Biaya Operasional Kendaraan

Berikut ini data perhitungan biaya operasi kendaraan pengangkut sampah jenis *Dumptruck* (DB 8486 G). Dengan jarak tempuh sepanjang 41,11 km menempuh waktu selama 4 jam 17 menit atau selama 257 menit perjalanan. Dengan kecepatan rata-rata = 9,59774 km/jam dan umur kendaraan 10 tahun.

4.1.1. Depresiasi

$$\begin{aligned} \text{Depresiasi} &= \text{Fdp} \times \text{Harga kendaraan terdepresiasi} \\ &= 0,001864351 \times \left(\frac{0,5 \times (390.850.000 \times 0,001864351)}{1000 \times 10} \right) \\ &= \text{Rp. 7/km} \end{aligned}$$

4.1.2. Bunga Modal

$$\begin{aligned} \text{Bunga Modal} &= \text{Fbm} \times \text{Harga kendaraan terdepresiasi} \\ &= 0,006075457 \times \left(\frac{0,5 \times (390.850.000 \times 0,001864351)}{1000 \times 10} \right) \\ &= \text{Rp. 22/km} \end{aligned}$$

4.1.3. Asuransi

$$\begin{aligned} \text{Asuransi} &= \text{Fas} \times \text{Harga kendaraan terdepresiasi} \\ &= 0,000243113 \times \left(\frac{0,5 \times 390.850.000}{1000 \times 10} \right) \\ &= \text{Rp. 475/km} \end{aligned}$$

4.1.4. Konsumsi Bahan Bakar

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi bahan bakar} &= \text{Fbb} \times \text{Harga Satuan bahan bakar/1000} \\ &= \frac{742,9357246 \times 6800}{1000} \\ &= \text{Rp. 5.052/km} \end{aligned}$$

4.1.5. Konsumsi Minyak Pelumas

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi minyak pelumas} &= \text{Fmp} \times \text{Harga satuan minyak pelumas/1000} \\ &= \frac{11,14387744 \times 56000}{1000} \\ &= \text{Rp. 624/km} \end{aligned}$$

4.1.6. *Konsumsi Ban*

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi ban} &= \text{Fkb} \times \text{Harga satuan ban}/1000 \\ &= \frac{0,005292268 \times 2099000}{1000} \\ &= \text{Rp. 11/km} \end{aligned}$$

4.1.7. *Biaya Pemeliharaan*

4.1.7.1. *Biaya Suku Cadang*

$$\begin{aligned} \text{Biaya suku cadang} &= \text{Fpc} \times \text{Harga kendaraan terdepresiasi} \\ &= 0,002407745 \times \left(\frac{0,5 \times (390.850.000 \times 0,001864351)}{1000 \times 10} \right) \\ &= \text{Rp. 19/km} \end{aligned}$$

4.1.7.2. *Biaya Tenaga Kerja*

$$\begin{aligned} \text{Biaya tenaga kerja} &= \text{Fpk} \times \text{Harga upah mekanik per jam}/1000 \\ &= \frac{2,205160166 \times 28694}{1000} \\ &= \text{Rp. 63/km} \end{aligned}$$

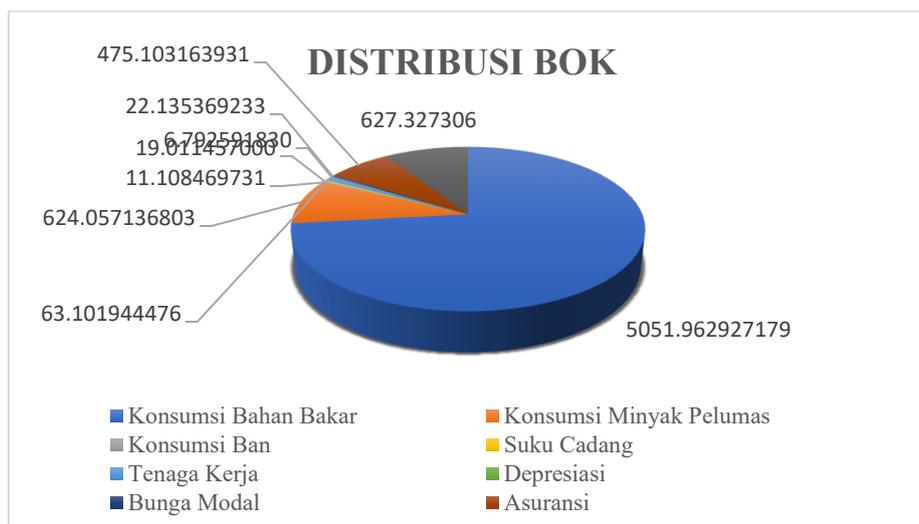
4.1.8. *Biaya Overhead*

$$\begin{aligned} \text{Biaya overhead} &= 10 \% \text{ dari total biaya operasi} \\ &= 0,1 \times (\text{Rp. 7} + \text{Rp. 22} + \text{Rp. 475} + \text{Rp. 5052} + \text{Rp. 624} \\ &\quad + \text{Rp. 11} + \text{Rp. 19} + \text{Rp. 63}) \\ &= \text{Rp. 627/km} \end{aligned}$$

4.1.9. *Total Biaya Operasional Kendaraan*

$$\begin{aligned} \text{Biaya operasional kendaraan} &= \text{Biaya tetap} + \text{Biaya tidak tetap} \\ &= (\text{Rp}7 + \text{Rp. 22} + \text{Rp. 475}) + (\text{Rp. 5052} + \text{Rp. 624} + \\ &\quad \text{Rp. 11} + \text{Rp. 19} + \text{Rp. 63} + \text{Rp. 627}) \\ &= \text{Rp. 6.901/km} \end{aligned}$$

Total biaya operasional kendaraan yang diperlukan dengan kecepatan sesuai kondisi eksisting adalah Rp. 6.901/km dan biaya operasi kendaraan dalam satu kali pelayanan atau dengan jarak 41,11 km adalah sebesar Rp. 283.700/rit.



Gambar 3. Distribusi Operasional Kendaraan

Gambar 3 menjelaskan distribusi biaya operasional kendaraan yang paling banyak digunakan yaitu konsumsi bahan bakar yaitu sebesar Rp. 5.051/km, biaya overhead Rp. 627/km, konsumsi minyak pelumas sebesar Rp. 624/km, biaya asuransi sebesar Rp. 475/km, biaya tenaga kerja atau mekanik sebesar Rp. 63/km, biaya bunga modal sebesar Rp. 22/km, biaya suku cadang sebesar Rp. 19/km, konsumsi ban sebesar Rp. 11/km dan yang paling kecil yaitu biaya depresiasi

sebesar Rp. 7/km.

Umur suatu kendaraan menjadi salah satu faktor semakin tinggi atau semakin rendahnya biaya operasi kendaraan. Semakin tua umur suatu kendaraan maka biaya operasional yang dikeluarkan pun akan semakin tinggi dan sebaliknya semakin muda umur suatu kendaraan maka biaya operasional yang dikeluarkan pun akan semakin rendah.

Tabel 3. Perhitungan Biaya Operasional Kendaraan Berdasarkan Kecepatan/1000km pada Umur Kendaraan 10 Tahun

Kecepatan	Konsumsi Bahan Bakar Y(F)	Konsumsi Minyak Pelumas Y(O)	Konsumsi Ban Y (B)	Biaya Pemeliharaan		Depresiasi Y (P)	Bunga Modal Y (I)	Asuransi Y (IS)	Overhead	Total BOK (Rp)
				Suku Cadang Y (M)	Tenaga Kerja Y (H)					
5	5708.16	679.06	-0.82	17.81	60.05	7.98	46.04	911.98	743.03	8173.29
10	4997.52	619.48	12.15	19.12	63.37	6.70	21.10	455.99	619.54	6814.98
15	4360.63	565.75	25.12	20.43	66.68	5.71	12.99	303.99	536.13	5897.44
20	3797.50	517.88	38.09	21.74	70.00	4.92	9.04	228.00	468.72	5155.89
25	3308.12	475.86	51.05	23.05	73.32	4.29	6.75	182.40	412.48	4537.32
30	2892.50	439.69	64.02	24.36	76.63	3.77	5.28	152.00	365.82	4024.06
35	2550.62	409.37	76.99	25.67	79.95	3.34	4.26	130.28	328.05	3608.53
40	2282.50	384.90	89.96	26.98	83.26	2.98	3.52	114.00	298.81	3286.91
45	2088.14	366.29	102.93	28.29	86.58	2.67	2.96	101.33	277.92	3057.10
50	1967.52	353.53	115.89	29.60	89.89	2.41	2.53	91.20	265.26	2917.84
55	1920.66	346.61	128.86	30.91	93.21	2.19	2.19	82.91	260.75	2868.30
60	1947.55	345.56	141.83	32.22	96.52	1.99	1.92	76.00	264.36	2907.95
65	2048.19	350.35	154.80	33.53	99.84	1.82	1.69	70.15	276.04	3036.42
70	2222.59	361.00	167.76	34.85	103.16	1.68	1.51	65.14	295.77	3253.44
75	2470.74	377.49	180.73	36.16	106.47	1.54	1.35	60.80	323.53	3558.81
80	2792.64	399.84	193.70	37.47	109.79	1.43	1.22	57.00	359.31	3952.39
85	3188.29	428.04	206.67	38.78	113.10	1.32	1.10	53.65	403.10	4434.05
90	3657.70	462.10	219.63	40.09	116.42	1.23	1.00	50.67	454.88	5003.73
95	4200.86	502.00	232.60	41.40	119.73	1.15	0.92	48.00	514.67	5661.33
100	4817.77	547.76	245.57	42.71	123.05	1.07	0.84	45.60	582.44	6406.82

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Tabel 3 menjelaskan perhitungan biaya operasional kendaraan jika disimulasikan pada beberapa kecepatan tertentu dimulai dari kecepatan 5 km/jam dan sampai pada kecepatan 100 km/jam sehingga didapatkan bahwa biaya operasional kendaraan terendah jika kecepatan rata-rata kendaraan pada kecepatan 55 km/jam dengan nilai biaya operasi sebesar Rp. 2.868/km. dan akan mendapat biaya operasional tertinggi pada kecepatan 5 km/jam dengan nilai biaya operasi sebesar Rp. 8.173/km.

4.2. Pola Pengangkutan

Berdasarkan SNI Nomor 19-2454-2002 tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan terdapat tiga pola pengangkutan dalam pengangkutan sampah. Kota Tomohon secara khusus menerapkan pola *individual* langsung *Door to Door*, yaitu dengan mengangkut sampah dari sumber sampah (rumah ke rumah).

4.3. Rute

Kendaraan pengangkut sampah mulai beroperasi dari kelurahan Kinilow menuju ke Universitas Kristen Indonesia Tomohon, mengangkut sampah di sepanjang jalan raya dan mengangkut pada tempat prioritas yaitu di wilayah kediaman Walikota selanjutnya menuju ke Universitas Kristen Indonesia Tomohon, yaitu di wilayah kelurahan Kakaskasen dan kembali masuk ke jalan – jalan dalam kelurahan Kakaskasen Tiga, Kakaskasen Dua, Kakaskasen Satu dan selanjutnya menuju ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) yang berada di wilayah kelurahan Taratara melewati kelurahan Wailan dan Kayawu.

5. Kesimpulan

Biaya operasional kendaraan pada truk pengangkut sampah yang melakukan pengangkutan di wilayah Tomohon Utara dalam hal ini pada kelurahan Kinilow, Kinilow Satu, Kakaskasen Satu, Kakaskasen Dua, Kakaskasen Tiga dan Kakaskasen adalah sebagai berikut : total biaya operasional kendaraan sebesar Rp. 6.901/km dan sebesar Rp. 283.700/rit atau dalam jarak 41,11 km/hari. Pola pengangkutan sampah yang digunakan berdasarkan klasifikasi SNI 19-2454-2002 tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan yaitu pola pengangkutan *individual* langsung *door to door*. Selanjutnya untuk rute yang dilalui kendaraan pengangkut sampah ini melewati jalan dari kelurahan Kinilow dan Kinilow Satu menuju ke kelurahan Kakaskasen Satu, Kakaskasen Dua, Kakaskasen Tiga dan Kakaskasen selanjutnya menuju ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) kemudian kembali ke *pool* atau ke tempat awal truk parkir.

Referensi

- Ambarizki, P. P., Dara., dan Herumurti, Welly. (2016). *Sistem Pengangkutan Sampah Berdasarkan Kapasitas Kendaraan Pengangkut dan Kondisi Kontainer Sampah di Surabaya Barat*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Burhamtoro, dkk. (2013). *Component Cost of Fuel Oil of Waste Transportation Cost*. Amerika: American Journal of Engineering Research (AJER).
- Damanhuri, E. Padmini. (2010). *Pengelolaan Sampah Program Studi Teknik Lingkungan FTSL*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Jasa Marga. (1979). *Jakarta Intra Urban Tollway*. Jakarta: Pasific Consultant International.
- Kensuke Yanagiya. (1990). *Feasibility Study on The Cikampek-Cirebon Project*. Japan: Pasific Consultant International.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 03/PRT/M/2013 Tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.
- Rizal, M. (2011). *Analisis Pengelolaan Persampahan Perkotaan*. Jakarta.
- Sejati, Kuncoro. (2009). *Edisi Kelima Tentang Pengelolaan Sampah Terpadu dengan Sistem Node, Sub Point dan Center Point*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius
- Standarisasi Nasional Indonesia Nomor 19-2454-2002 Tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan.
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Tamin, O. Z. 1997. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. Bandung: Penerbit Institut Teknologi Bandung.