



Analisis Biaya Operasional Kendaraan Truk Pengangkut Sampah Di Kecamatan Wenang

Ester E. M. Lalawi^{#a}, Meike M. Kumaat^{#b}, Sisca V. Pandey^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

^aesterlalawi021@student.unsrat.ac.id, ^bmeikekumaat@unsrat.ac.id, ^csisca.pandey@unsrat.ac.id

Abstrak

Volume sampah yang meningkat di Kecamatan Wenang, Kota Manado menuntut sistem pengelolaan pengangkutan sampah yang efisien. Kendaraan truk sebagai sarana utama angkut sampah memerlukan analisis biaya operasional yang akurat agar dapat menunjang efisiensi pelayanan. Penelitian ini bertujuan menganalisis biaya operasional kendaraan truk pengangkut sampah di Kecamatan Wenang menggunakan dua metode: Metode Kementerian Perhubungan (KM. 215 Tahun 2022) dan Metode Departemen Pekerjaan Umum (PU T-15-2005-B). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua metode memiliki kelebihan masing-masing, namun metode Kementerian Perhubungan menghasilkan nilai BOK yang lebih realistis berdasarkan kondisi operasional eksisting. Rekomendasi diberikan untuk pemerintah daerah dalam menentukan metode terbaik sebagai acuan pengelolaan angkutan sampah yang lebih efisien.

Kata kunci: biaya operasional kendaraan, truk sampah, kecamatan wenang, kementerian perhubungan, Departemen Pekerjaan Umum

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Kecamatan Wenang merupakan pusat Kota Manado yang dikenal dengan aktivitas perkotaan yang cepat serta kepadatan penduduk yang tinggi. Bertambahnya jumlah penduduk dan aktivitas ekonomi, volume sampah yang dihasilkan juga meningkat secara signifikan. Kendaraan truk pengangkut sampah memiliki peran yang sangat penting dalam sistem pengelolaan sampah ini.

Biaya operasional truk pengangkut sampah meliputi berbagai komponen seperti bahan bakar, pemeliharaan, gaji sopir dan petugas, asuransi, serta pajak. Semua komponen ini secara kolektif berkontribusi terhadap tingginya total biaya operasional. Untuk mengelola biaya ini secara efektif, diperlukan analisis yang mendalam dan komprehensif menggunakan metode yang telah teruji.

Dua metode yang sering digunakan untuk analisis biaya operasional kendaraan adalah metode dari Kementerian Perhubungan dan metode dari Departemen Pekerjaan Umum. Metode dari Kementerian Perhubungan memberikan cara yang komprehensif dalam mengukur dan menganalisis biaya transportasi, meliputi biaya bahan bakar, pemeliharaan, dan biaya operasional lainnya. Sementara itu, metode dari Departemen Pekerjaan Umum memberikan pedoman yang lebih spesifik dalam pengelolaan infrastruktur dan operasional kendaraan.

Kecamatan Wenang, yang merupakan pusat Kota Manado, penerapan dan perbandingan kedua metode ini akan memberikan wawasan yang berharga tentang cara mengoptimalkan biaya operasional kendaraan truk pengangkut sampah.

Penelitian ini memiliki relevansi yang tinggi dalam upaya meningkatkan kualitas layanan pengangkutan sampah di Kecamatan Wenang.

1.2. Rumusan Masalah

1. Berapakah biaya operasional kendaraan truk pengangkut sampah di Kecamatan Wenang?
2. Membandingkan Metode mana yang terbaik untuk diterapkan di Kota Manado?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis biaya operasional kendaraan dalam sistem pengangkutan sampah yang ada di Kecamatan Wenang.
2. Membandingkan dan menentukan metode analisis biaya operasional yang paling cocok dan efisien untuk diterapkan dalam pengelolaan sampah di Kota Manado, khususnya di Kecamatan Wenang

2. Metode

Metode analisis mengikuti alur pada Gambar 1.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Perhitungan Biaya Operasional Kendaraan Metode Kementerian Perhubungan

a. Biaya Langsung

▪ Biaya Depresiasi kendaraan pertahun

$$\frac{(\text{Harga Kendaraan} - \text{Harga Residu} / n) \times \text{Jumlah Kendaraan}}$$

- Dump Truck Toyota Dyna 130HT (Umur kendaraan 13 tahun sudah melebihi umur ekonomis)
Nilai Residu = 10% dari harga kendaraan = Rp. 46.580.000

- Dump Truck Isuzu NKR 71 HD E2-1 (Umur kendaraan 13 tahun sudah melebihi umur ekonomis)

Nilai Residu = 10% dari harga kendaraan = Rp. 45.000.000

- Dump Truck Toyota Dyna 130HT (Umur kendaraan 6 tahun)
= $(465.800.000 - 46.580.000 / 8) \times 1$
= $(419.220.000 / 8) \times 1$
= Rp. 52.402.500

- Dump Truck Isuzu NKR 71 HD 125 PS (Umur kendaraan 10 tahun sudah mencapai umur ekonomis)

Nilai Residu = 10% x 542.430.000 = Rp. 54.243.000

Total Biaya Depresiasi = Rp. 198.225.500

▪ Biaya Bunga atas Modal

$$\text{Suku Bunga (12,50\%)} \times \text{Nilai Pinjaman (75\% dari harga kendaraan)} \times \text{Jumlah Kendaraan}$$

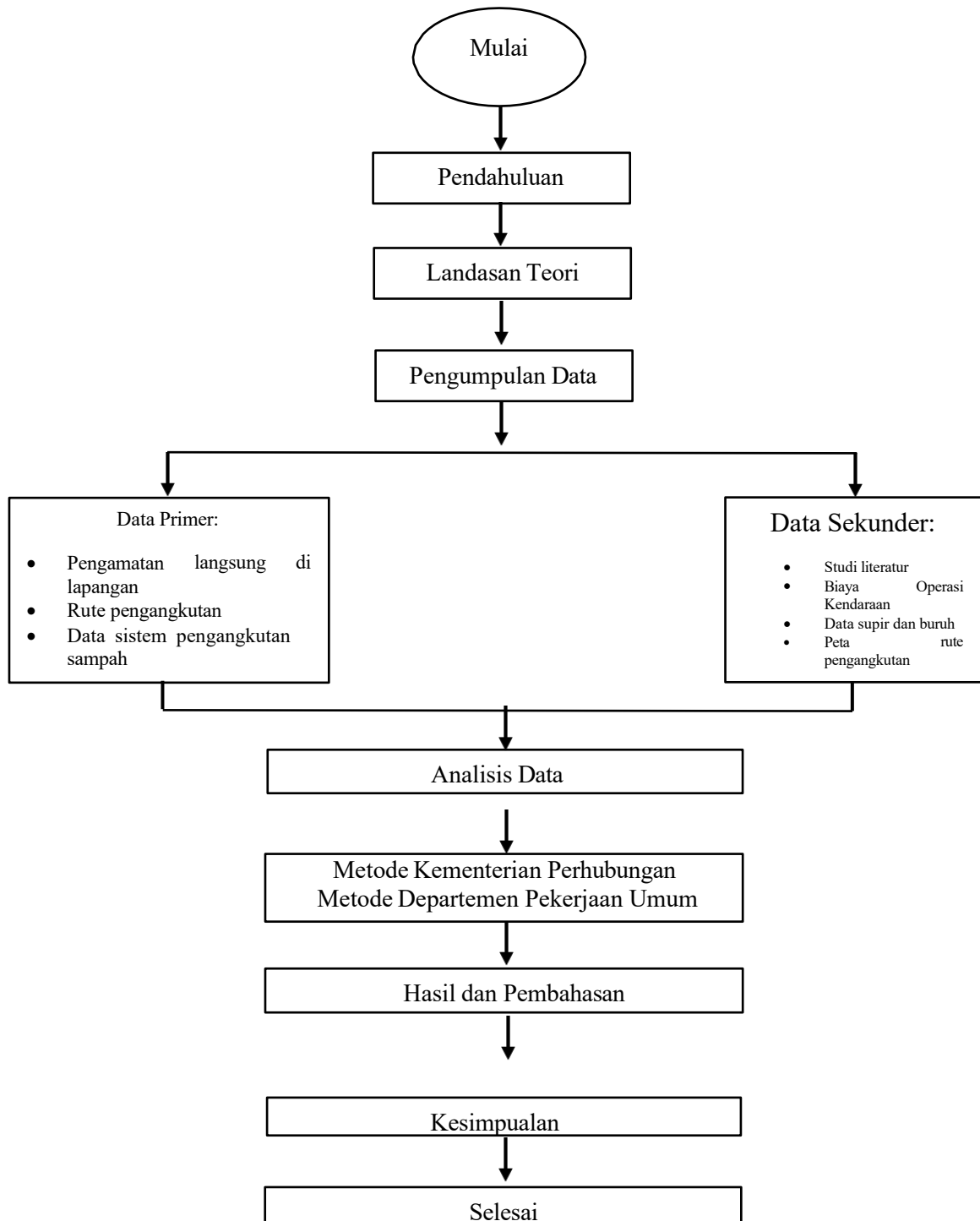
- Dump Truck Toyota Dyna 130HT
= 12.50% x 349.350.000 x 1 = Rp. 43.668.750

- Dump Truck Isuzu NKR 71 HD E2-1
= 12.50% x 337.500.000 x 1 = Rp. 42.187.500

- Dump Truck Toyota Dyna 130HT
= 12.50% x 349.350.000 x 1 = Rp. 43.668.750

- Dump Truck Isuzu NKR 71 HD 125 PS
= 12.50% x 406.822.500 x 1 = Rp. 50.852.812,5

Total Biaya Bunga atas Modal = Rp. 180.377.813



Gambar 1. Flow Chart

▪ Biaya PKB (STNK) dan Keur

$$\text{(Biaya PKB Per tahun (1,2\% dari harga kendaraan) \times \text{Jumlah Kendaraan}) + (\text{Biaya Keur (Rp. 0)} \times 2)}$$

- Dump Truck Toyota Dyna 130HT
 Harga kendaraan = Rp. 465.800.000
 = Rp. 5.589.600
- Dump Truck Isuzu NKR 71 HD E2-1
 Harga kendaraan = Rp. 450.000.000
 = Rp. 5.400.000
- Dump Truck Toyota Dyna 130HT
 Harga kendaraan = Rp. 465.800.000

= Rp. 5.589.600

- Dump Truck Isuzu NKR 71 HD 125 PS

Harga kendaraan = Rp. 542.430.000

= Rp. 6.509.160

Total Biaya PKB dan Keur = Rp. 23.088.360

- Biaya Asuransi (TLO)

= Biaya asuransi (TLO) (1,5% dari harga kendaraan) (x Jumlah Kendaraan)

- Dump Truck Toyota Dyna 130HT

Harga kendaraan = Rp. 465.800.000

= Rp. 6.987.000

- Dump Truck Isuzu NKR 71 HD E2-1

Harga kendaraan = Rp. 450.000.000

= Rp. 6.750.000

- Dump Truck Toyota Dyna 130HT

Harga kendaraan = Rp. 465.800.000

= Rp. 6.987.000

- Dump Truck Isuzu NKR 71 HD 125 PS

Harga kendaraan = Rp. 542.430.000

= Rp. 8.136.450

Total Biaya Asuransi = Rp 28.860.450

- Biaya provisi (legal admin selama pinjaman)

= ((Harga Kendaraan x Provisi / n) x Jumlah Kendaraan)

- Dump Truck Toyota Dyna 130HT

= ((465.800.000 x 2.5 % / 13) x 1) = Rp. 896.538,46

- Dump Truck Isuzu NKR 71 HD E2-1

= ((450.000.000 x 2.5% / 13) x 1) = Rp. 865.384,62

- Dump Truck Toyota Dyna 130HT

= 465.800.000 x 2.5% / 6) x 1) = Rp. 1.940.833,33

- Dump Truck Isuzu NKR 71 HD 125 PS

= 542.430.000 x 2.5% / 10) x 1) = Rp. 1.356.075

Total biaya provisi = Rp. 5.058.831

- Biaya bahan bakar

= Panjang Total Rute x Rasio Penggunaan BBM x Jumlah Kendaraan yang beroperasi x Harga BBM x Faktor Wilayah

- Dump Truck Toyota Dyna 130HT

= 5.402 x 0,993 x 1 x 6.800 x 1,0 = Rp. 36.476.464,8

- Dump Truck Isuzu NKR 71 HD E2-1

= 5.730,5 x 0.936 x 1 x 6.800 x 1,0 = Rp. 36.473.486,4

- Dump Truck Toyota Dyna 130HT

= 4.307 x 1,246 x 1 x 6.800 x 1,0 = Rp. 36.492.349,6

- Dump Truck Isuzu NKR 71 HD 125 PS

= 4.270,5 x 1,257 x 1 x 6.800 x 1,0 = Rp. 36.498.252

Total Biaya Bahan Bakar = Rp. 145.940.553

- Biaya pramudi

= (Gaji Pokok Per tahun + BPJS Kesehatan dan Tenaga Kerja Per tahun) x Jumlah Orang

= (32.760.000 + 3.239.964) x 4 = Rp. 143.999.856

Biaya Pramudi = Rp. 143.999.856

- Biaya kondektur

= (Gaji Pokok Per tahun + BPJS Kesehatan dan Tenaga Kerja Per tahun) x Jumlah Orang

= (31.200.000 + 3.085.680) x 12

Biaya Kondektur = Rp. 411.428.160

- Biaya perawatan kendaraan

○ Dump Truck Toyota Dyna 130HT

Item	Harga	Rasio Per 1 Tahun	Harga per Tahun
Oli Mesin	Rp292.500	4	Rp1.170.000
Oli Gardan	Rp105.000	4	Rp420.000
Oli Transmisi	Rp59.920	4	Rp239.680
Oli Hidrolik	Rp39.775	2	Rp79.550
Grease	Rp40.000	4	Rp160.000
Upah Servis	Rp300.000	4	Rp1.200.000
Ban	Rp12.988.800	0,25	Rp3.247.200
Filter oli	Rp68.700	4	Rp274.800
Filter Udara	Rp141.000	2	Rp282.000
Elemen Lain	Rp500.000	1	Rp500.000
Total			Rp7.573.230

○ Dump Truck Isuzu NKR 71 HD E2-1

Item	Harga	Rasio Per 1 Tahun	Harga per Tahun
Oli Mesin	Rp292.500	4	Rp1.170.000
Oli Gardan	Rp105.000	4	Rp420.000
Oli Transmisi	Rp59.920	4	Rp239.680
Oli Hidrolik	Rp39.775	2	Rp79.550
Grease	Rp40.000	4	Rp160.000
Upah Servis	Rp300.000	4	Rp1.200.000
Ban	Rp17.665.200	0,25	Rp4.416.300
Filter oli	Rp68.700	4	Rp274.800
Filter Udara	Rp141.000	2	Rp282.000
Elemen Lain	Rp500.000	1	Rp500.000
Total			Rp8.742.330

○ Dump Truck Toyota Dyna 130HT

Item	Harga	Rasio Per 1 Tahun	Harga per Tahun
Oli Mesin	Rp292.500	4	Rp1.170.000
Oli Gardan	Rp105.000	4	Rp420.000
Oli Transmisi	Rp59.920	4	Rp239.680
Oli Hidrolik	Rp39.775	2	Rp79.550
Grease	Rp40.000	4	Rp160.000
Upah Servis	Rp300.000	4	Rp1.200.000
Ban	Rp12.988.800	0,25	Rp3.247.200
Filter oli	Rp68.700	4	Rp274.800
Filter Udara	Rp141.000	2	Rp282.000
Elemen Lain	Rp500.000	1	Rp500.000
Total			Rp7.573.230

○ Dump Truck Isuzu NKR 71 HD 125 PS

Item	Harga	Rasio Per 1 Tahun	Harga per Tahun
Oli Mesin	Rp292.500	4	Rp1.170.000
Oli Gardan	Rp105.000	4	Rp420.000
Oli Transmisi	Rp59.920	4	Rp239.680
Oli Hidrolik	Rp39.775	2	Rp79.550

Item	Harga	Rasio Per 1 Tahun	Harga per Tahun
Grease	Rp40.000	4	Rp160.000
Upah Servis	Rp300.000	4	Rp1.200.000
Ban	Rp15.000.000	0,25	Rp3.750.000
Filter oli	Rp68.700	4	Rp274.800
Filter Udara	Rp141.000	2	Rp282.000
Elemen Lain	Rp500.000	1	Rp500.000
Total			Rp8.076.030

Total Biaya Perawatan Kendaraan =Rp 31.964.820

- Biaya perizinan (Kartu pengawasan)

$$= \text{Biaya Perizinan} \times \text{Jumlah Kendaraan}$$

$$= 1.800.000 \times 4 = \text{Rp. 7.200.000}$$

Total Biaya Perizinan = Rp. 7.200.000

- b. Biaya Tidak Langsung (Biaya Overhead)

Adalah 10% dari biaya total, maka

$$= 10\% \times \text{Rp. 117.614.434}$$

Total Biaya Tidak Langsung (Biaya Overhead) = Rp. 117.614.434

Total BOK

$$= \text{Biaya Langsung} + \text{Biaya Tidak Langsung (Overhead)}$$

$$= \text{Rp. 1.176.144.343} + \text{Rp. 117.614.434}$$

$$= \text{Rp. 1.293.758.777/tahun}$$

Berikut adalah tabel rincian anggaran menggunakan metode kementerian perhubungan

Tabel 1. Rekapitulasi BOK Metode Kementerian Perhubungan

Rekapitulasi Biaya Operasional Kendaraan		
Metode Kementerian Perhubungan		
Biaya Langsung		
Rincian	Total	Satuan
Biaya Modal & Depresiasi	Rp 435.610.954	Tahun
Biaya Depresiasi Kendaraan	Rp 198.225.500	Tahun
Biaya Bunga Atas Modal	Rp 180.377.813	Tahun
Biaya PKB(STNK) dan Keur	Rp 23.088.360	Tahun
Biaya Asuransi (TLO)	Rp 28.860.450	Tahun
Biaya provisi	Rp 5.058.831	Tahun
Biaya Operasi & Maintenance	Rp 740.533.389	Tahun
Biaya Bahan Bakar	Rp 145.940.553	Tahun
Biaya Pramudi	Rp 143.999.856	Tahun
Biaya Kondaktur	Rp 411.428.160	Tahun
Biaya Perawatan Kendaraan	Rp 31.964.820	Tahun
Biaya Perizinan	Rp 7.200.000	Tahun
Total	Rp 1.176.144.343	Tahun
Biaya Tidak Langsung (Biaya Overhead 10% dari total)		
Total	Rp117.614.434	Tahun
TOTAL BOK	Rp 1.293.758.777	Tahun
TOTAL BOK	Rp65.640	km

Biaya rata-rata / km

$$= \text{Biaya total per tahun} / \text{Jarak tempuh total per tahun}$$

$$= 1.293.758.777 / 19.710 = \text{Rp. 65.640/km}$$

Dengan menggunakan metode Kementerian Perhubungan Nomor KM 251 Tahun 2022, didapatkan hasil total Biaya Operasional Kendaraan (BOK) sebesar Rp. 65.640/km per tahun.

3.2. Analisis Perhitungan Biaya Operasional Kendaraan Metode Departemen Pekerjaan Umum

a. Biaya Tetap

- Biaya Depresiasi

$$Dt = (B - S) d$$

$$Dt = B - S / n$$

- Dump Truck Toyota Dyna 130HT
= (465.800.000 – 46.580.000) 1 / 8
= 419.220.000 / 8 = Rp. 52.402.500
- Dump Truck Isuzu NKR 71 HD E2-1
= (450.000.000 – 45.000.000) 1 / 8
= 405.000.000 / 8 = Rp. 50.625.000
- Dump Truck Toyota Dyna 130HT
= (465.800.000 – 46.580.000) 1 / 8
= 419.220.000 / 8 = Rp. 52.402.500
- Dump Truck Isuzu NKR 71 HD 125 PS
= (542.430.000 – 54.243.000) 1 / 8
= 488.187.000 / 8
= Rp. 61.023.375

Total Biaya Depresiasi = Rp. 216.453.375

Total Biaya Depresiasi / km tahun =

Rp. 216.453.375 / 19.710 km = Rp. 10.982 / km

- Biaya Pajak Kendaraan

$$\text{Biaya PKB} = \text{Tarif PKB} \times \text{NJKB} \times \text{Faktor Kegiatan}$$

- Dump Truck Toyota Dyna 130HT
= 1,2% x 465.800.000 x 1 = Rp. 5.589.600
- Dump Truck Isuzu NKR 71 HD E2-1
= 1,2% x 450.000.000 x 1 = Rp. 5.400.000
- Dump Truck Toyota Dyna 130HT
= 1,2% x 465.800.000 x 1 = Rp. 5.589.600
- Dump Truck Isuzu NKR 71 HD 125 PS
= 1,2% x 542.430.000 x 1 = Rp. 6.509.160

Total Biaya Pajak kendaraan = Rp. 23.088.360

Total Biaya Depresiasi / km tahun = Rp. 23.088.360 / 19.710 km = Rp. 1.171 / km

b. Biaya Tidak Tetap

- Biaya Bahan Bakar

- ❖ Tanjakan dan turunan

Apabila data pengukuran tanjakan dan turunan tidak tersedia dapat digunakan nilai tipikal (default) sebagai berikut:

Table 2. Alinemen Vertical yang Direkomendasikan pada Berbagai Medan Jalan

No	Kondisi medan	Tanjakan rata-rata [m/km]	Turunan rata-rata [m/km]
1	Datar	2,5	- 2,5
2	Bukit	12,5	- 12,5
3	Pegunungan	22,5	- 22,5

Sumber: Pedoman PU

Berdasarkan tabel diatas kondisi medan yang sesuai survei lapangan dan analisis adalah Bukit karena tanjakan menuju TPA akan memengaruhi konsumsi bahan bakar, kecepatan, dan beban mesin secara signifikan.

- ❖ Konsumsi Bahan Bakar Minyak (KBBM)

$$\text{KBBM} = (\alpha \times \beta_1 / V_R + \beta_2 \times V_R^2 + \beta_3 \times R_R + \beta_4 \times F_R + \beta_5 \times F_R^2 + \beta_6 \times DT_R + \beta_7 \times A_R + \beta_8 \times SA + \beta_9 \times BK + \beta_{10} \times BK \times A_R + \beta_{11} \times BK \times SA) / 1000$$

Nilai Konstanta dan Koefisien yang diperlukan dalam perhitungan dapat dilihat pada table di

bawah ini:

Tabel 3. Nilai Konstanta dan Koefisien – koefisien Parameter Model Konsumsi BBM

Jenis Kendaraan	α	$\frac{2}{V_R}$		R_R	F_R	$\frac{2}{F_R}$		DT_R	A_R	SA	BK	$BK \times A_R$	$BK \times SA_R$
		β_1	β_2			β_3	β_4						
Sedan	23,78	1181	0,004	1,265	0,634	-	-	-0,638	36,21	-	-	-	-
Utiliti	29,61	1257	0,006	1,765	1,197	-	-	132,2	42,84	-	-	-	-
Bus Kecil	94,35	1059	0,009	1,607	1,488	-	-	166,1	49,58	-	-	-	-
Bus Besar	129,6	1912	0,009	7,231	2,79	-	-	266,4	13,86	-	-	-	-
Truk Ringan	70	524,6	0,002	1,732	0,945	-	-	124,4	-	-	-	-	50,02
Truk Sedang	97,7	-	0,014	0,7365	5,706	0,038	-0,086	-	-	-	6,661	36,46	17,28
Truk Berat	190,3	3830	0,02	14,54	7,225	-	-	-	-	-	-	11,41	10,92

Setelah melihat dan menganalisis nilai konstanta dan koefisien yang ditetapkan, selanjutnya memasukkan data kendaraan pada rumus yang sudah ditetapkan.

○ Dump Truck Toyota Dyna 130HT

$$\begin{aligned} \text{KBBM} &= (70 \times 524,6/3,28 + 0,002 \times 3,28^2 + 1,732 \times 12,5 + 0,945 \times (-12,5) + 0 \times (-12,5) + 0 \times 0 \\ &+ 124,4 \times 0,01 + 0 \times 0,75 + 0 \times 4,5 + 0 \times 4,5 \times 0,01 + 50,02 \times 4,5 \times 0,75) / 1.000 \\ &= 11.375,65 / 1.000 = 11,38 \text{ liter/km} \end{aligned}$$

○ Dump Truck Isuzu NKR 71 HD E2-1

$$\begin{aligned} \text{KBBM} &= (70 \times 524,6/3,09 + 0,002 \times 3,09^2 + 1,732 \times 12,5 + 0,945 \times (-12,5) + 0 \times (-12,5) + 0 \times 0 \\ &+ 124,4 \times 0,01 + 0 \times 0,75 + 0 \times 3,5 + 0 \times 3,5 \times 0,01 + 50,02 \times 3,5 \times 0,75) / 1.000 \\ &= 12.026,55 / 1.000 = 12,03 \text{ liter/km} \end{aligned}$$

○ Dump Truck Toyota Dyna 130HT

$$\begin{aligned} \text{KBBM} &= (70 \times 524,6/3,68 + 0,002 \times 3,68^2 + 1,732 \times 12,5 + 0,945 \times (-12,5) + 0 \times (-12,5) + 0 \times 0 \\ &+ 124,4 \times 0,01 + 0 \times 0,75 + 0 \times 4,5 + 0 \times 4,5 \times 0,01 + 50,02 \times 4,5 \times 0,75) / 1.000 \\ &= 10.158,73 / 1.000 = 10,16 \text{ liter/km} \end{aligned}$$

○ Dump Truck Isuzu NKR 71 HD 125 PS

$$\begin{aligned} \text{KBBM} &= (70 \times 524,6/3,73 + 0,002 \times 3,73^2 + 1,732 \times 12,5 + 0,945 \times (-12,5) + 0 \times (-12,5) + 0 \times 0 \\ &+ 124,4 \times 0,01 + 0 \times 0,75 + 0 \times 3 + 0 \times 3 \times 0,01 + 50,02 \times 3 \times 0,75) / 1.000 \\ &= 9.968,69 / 1.000 = 9,97 \text{ liter/km} \end{aligned}$$

▪ Biaya Bahan Bakar

$$\text{BiBBM} = \text{KBBM} \times \text{HBBM}$$

○ Dump Truck Toyota Dyna 130HT

$$= 11,38 \times 6.800 = \text{Rp. } 77.384/\text{km}$$

○ Dump Truck Isuzu NKR 71 HD E2-1

$$= 12,03 \times 6.800 = \text{Rp. } 81.804/\text{km}$$

○ Dump Truck Toyota Dyna 130HT

$$= 10,16 \times 6.800 = \text{Rp. } 69.088/\text{km}$$

○ Dump Truck Isuzu NKR 71 HD 125 PS

$$= 9,97 \times 6.800 = \text{Rp. } 67.796/\text{km}$$

Total Bahan Bakar (BiBBM) = Rp. 296.072/km

• Biaya Konsumsi Oli

$$\text{BO} = \text{KO} \times \text{HO}$$

○ Dump Truck Toyota Dyna 130HT

$$\text{BO} = 0,003 \times 97.500 = \text{Rp. } 292,5/\text{km}$$

○ Dump Truck Isuzu NKR 71 HD E2-1

$$\text{BO} = 0,003 \times 97.500 = \text{Rp. } 292,5/\text{km}$$

○ Dump Truck Toyota Dyna 130HT

$$\text{BO} = 0,003 \times 97.500 = \text{Rp. } 292,5/\text{km}$$

○ Dump Truck Isuzu NKR 71 HD 125 PS

$$\text{BO} = 0,003 \times 97.500 = \text{Rp. } 292,5/\text{km}$$

Total Biaya Konsumsi Oli = Rp. 1.170/km

- Kehilangan oli akibat kontaminasi

$$\text{OHK} = \text{KPO} / \text{JPO}$$

Dengan memasukkan nilai tipikal (default) yang digunakan dalam perhitungan persamaan pada tabel dibawah ini

Tabel 4. Nilai Tipikal JPO, KPO dan OHO yang Direkomendasikan

Jenis kendaraan	JPO (km)	KPO (liter)	OHO (liter/km)
Sedan	2.000	3,5	$2,8 \times 10^{-6}$
Utiliti	2.000	3,5	$2,8 \times 10^{-6}$
Bis Kecil	2.000	6	$2,1 \times 10^{-6}$
Bis Besar	2.000	12	$2,1 \times 10^{-6}$
Truk Ringan	2.000	6	$2,1 \times 10^{-6}$
Truk Sedang	2.000	12	$2,1 \times 10^{-6}$
Truk Berat	2.000	24	$2,1 \times 10^{-6}$

Dengan data diatas maka diperoleh:

$$\text{OHK} = 6 \text{ liter} / 2.000 \text{ km} = 0,003 \text{ liter/km}$$

- Konsumsi oli

$$\text{KO} = \text{OHK} + \text{OHO} \times \text{KBBM}$$

- Dump Truck Toyota Dyna 130HT

$$\text{KO} = 0,003 + 2,1 \times 10^{-6} \times 11,38 = 0,003 \text{ liter/km}$$

- Dump Truck Isuzu NKR 71 HD E2-1

$$\text{KO} = 0,003 + 2,1 \times 10^{-6} + 12,03 = 0,003 \text{ liter/km}$$

- Dump Truck Toyota Dyna 130HT

$$\text{KO} = 0,003 + 2,1 \times 10^{-6} + 10,16 = 0,003 \text{ liter/km}$$

- Dump Truck Isuzu NKR 71 HD 125 PS

$$\text{KO} = 0,003 + 2,1 \times 10^{-6} + 9,97 = 0,003 \text{ liter/km}$$

- Biaya Konsumsi Suku Cadang

$$\text{BP} = \text{P} \times \text{HKB} / 1.000.000$$

- Dump Truck Toyota Dyna 130HT

$$\text{BP} = 0,3396 \times 465.800.000 / 1.000.000 = \text{Rp. } 158,12/\text{km}$$

- Dump Truck Isuzu NKR 71 HD E2-1

$$\text{BP} = 0,3401 \times 450.000.000 / 1.000.000 = \text{Rp. } 153,05/\text{km}$$

- Dump Truck Toyota Dyna 130HT

$$\text{BP} = 0,692 \times 465.800.000 / 1.000.000 = \text{Rp. } 322,37/\text{km}$$

- Dump Truck Isuzu NKR 71 HD 125 PS

$$\text{BP} = 0,6920 \times 542.430.000 / 1.000.000 = \text{Rp. } 375,24/\text{km}$$

Total Biaya Konsumsi Suku Cadang = Rp. 1.008,78/km

- Nilai relatif biaya suku cadang

$$\text{P} = (\varphi + \gamma_1 \times \text{IRI}) (\text{KJT} / 100.000) \gamma_2$$

Tabel 5. Nilai Tipikal φ , γ_1 , dan γ_2

Jenis kendaraan	Koefisien parameter		
	φ	γ_1	γ_2
Sedan	-0,69	0,42	0,10
Utiliti	-0,69	0,42	0,10
Bus Kecil	-0,73	0,43	0,10
Bus Besar	-0,15	0,13	0,10
Truk Ringan	-0,64	0,27	0,20
Truk Sedang	-1,26	0,46	0,10
Truk Berat	-0,86	0,32	0,40

Tabel 6. Klasifikasi nilai IRI

Nilai IRI	Kondisi
< 4	Baik
4 – 8	Sedang
8 – 12	Rusak Ringan
> 12	Rusak Berat

- Dump Truck Toyota Dyna 130HT
 $P = (-0,64 + 0,27 \times 5) (5.402 / 100.000)^{0,20} = 0,71 \times 0,4783 = 0,3396$
 - Dump Truck Isuzu NKR 71 HD E2-1
 $P = (-0,64 + 0,27 \times 5) (5.730,5 / 100.000)^{0,20} = 0,71 \times 0,4793 = 0,3401$
 - Dump Truck Toyota Dyna 130HT
 $P = (-0,64 + 0,27 \times 5) (4.307 / 100.000)^{0,20} = 0,71 \times 0,9749 = 0,692$
 - Dump Truck Isuzu NKR 71 HD 125 PS
 $P = (-0,64 + 0,27 \times 5) (4.270,5 / 100.000)^{0,20} = 0,71 \times 0,9747 = 0,6920$
- Total nilai relative suku cadang = 2,0637

• Biaya Upah Tenaga Pemeliharaan (BU)

$$BU = JP \times UTP / 1.000$$

- Dump Truck Toyota Dyna 130HT
 $BU = 242,60 \times 12.500 / 1.000 = 3.032.500 / 1.000 = \text{Rp. } 3.032,50/\text{km}$
- Dump Truck Isuzu NKR 71 HD E2-1
 $BU = 242,60 \times 12.500 / 1.000 = 3.032.500 / 1.000 = \text{Rp. } 3.032,50/\text{km}$
- Dump Truck Toyota Dyna 130HT
 $BU = 242,89 \times 12.500 / 1.000 = 3.036.125 / 1.000 = \text{Rp. } 3.036,13/\text{km}$
- Dump Truck Isuzu NKR 71 HD 125 PS
 $BU = 242,87 \times 12.500 / 1.000 = 3.035.875 / 1.000 = \text{Rp. } 3.035,88/\text{km}$

Total Biaya Upah Tenaga Pemeliharaan = Rp. 12.137,01/km

▪ Kebutuhan jam pemeliharaan

$$JP = a_0 + P a_1$$

Nilai tipikal a_0 dan a_1 telah ditentukan dalam pedoman PU T-15- 2005-B pada table dibawah ini:

Tabel 7. Nilai Tipikal a_0 dan a_1

No	Jenis kendaraan	a_0	a_1
1	Sedan	77,14	0,547
2	Utiliti	77,14	0,547
3	Bus Kecil	242,03	0,519
4	Bus Besar	293,44	0,517
5	Truk Ringan	242,03	0,519
6	Truk Sedang	242,03	0,517
7	Truk Berat	301,46	0,519

- Dump Truck Toyota Dyna 130HT
 $JP = 242,03 + 0,3396^{0,519} = 242,03 + 0,5674 = 242,60$
- Dump Truck Isuzu NKR 71 HD E2-1
 $JP = 242,03 + 0,3401^{0,519} = 242,03 + 0,5675 = 242,60$
- Dump Truck Toyota Dyna 130HT
 $JP = 242,03 + 0,692^{0,519} = 242,03 + 0,8612 = 242,89$
- Dump Truck Isuzu NKR 71 HD 125 PS
 $JP = 242,03 + 0,6920^{0,519} = 242,03 + 0,8441 = 242,87$

• Biaya Konsumsi Ban

$$BB = KB \times HB / 1.000$$

- Dump Truck Toyota Dyna 130HT
 $BB = 0,31355 \times 2.164.800 / 1.000 = \text{Rp. } 678,60/\text{km}$
- Dump Truck Isuzu NKR 71 HD E2-1
 $BB = 0,31355 \times 2.944.200 / 1.000 = \text{Rp. } 922,27/\text{km}$
- Dump Truck Toyota Dyna 130HT

$$BB = 0,31355 \times 2.164.800 / 1.000 = \text{Rp. } 678,60/\text{km}$$

- Dump Truck Isuzu NKR 71 HD 125 PS

$$BB = 0,31355 \times 2.500.000 / 1.000 = \text{Rp. } 783,88/\text{km}$$

Total Biaya Konsumsi Ban = Rp. 3.063,35/km

- Konsumsi ban (KB)

$$KB = x + \hat{\sigma}_1 \times IRI + \hat{\sigma}_2 \times TT_R + \hat{\sigma}_3 \times DT_R$$

Klasifikasi kekasaran pada suatu ruas jalan, dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 8. Klasifikasi Nilai IRI

Nilai IRI	Kondisi
< 4	Baik
4 – 8	Sedang
8 – 12	Rusak Ringan
> 12	Rusak Berat

Untuk menentukan nilai tanjakan dan turunan pada suatu jalan dapat digunakan nilai tipikal pada tabel dibawah ini:

Tabel 9. Nilai Tipikal Tanjakan dan Turunan pada Berbagai Medan Jalan

No	Kondisi medan	TT [m/km]
1	Datar	5
2	Bukit	25
3	Pegunungan	45

Untuk menentukan Derajat Tikungan pada suatu jalan dapat digunakan nilai tipikal pada tabel dibawah ini:

Tabel 10. Nilai Tipikal derajat tikungan

No	Kondisi Medan	Derajat Tikungan
1	Datar	15
2	Bukit	115
3	Pegunungan	200

Nilai tipikal yang dapat digunakan yaitu pada tabel dibawah ini:

Tabel 11. Nilai Tipikal χ , δ_1 , δ_2 dan δ_3

Jenis Kendaraan	χ	IRI	TT_R	DT_R
		δ_1	δ_2	δ_3
Sedan	-0,01471	0,01489	-	-
Utiliti	0,01905	0,01489	-	-
Bus Kecil	0,02400	0,02500	0,003500	0,000670
Bus Besar	0,10153	-	0,000963	0,000244
Truk Ringan	0,02400	0,02500	0,003500	0,000670
Truk Sedang	0,095835	-	0,001738	0,000184
Truk Berat	0,158350	-	0,002560	0,000280

$$x = 0,02400$$

$$\hat{\sigma}_1 = 0,02500$$

$$\hat{\sigma}_2 = 0,003500$$

$$\hat{\sigma}_3 = 0,000670$$

$$IRI = 5$$

$$TT_R = 25$$

$$DT_R = 115$$

$$KB = 0,02400 + 0,02500 \times 5 + 0,003500 \times 25 + 0,000670 \times 115 = 0,31355$$

c. Biaya Overhead

Biaya overhead adalah 10 % dari total biaya, Maka
 $= 10\% \times 337.757$

Total Biaya Overhead = Rp. 33.776/km

Total BOK (km)

$$= \text{Biaya Tetap} + \text{Biaya Tidak Tetap} + \text{Biaya Overhead}$$

$$= 12.153 + 325.604 + 33.776 = \text{Rp. 371.533/km}$$

Total BOK (tahunan)

$$= \text{Total BOK (km/tahun)} \times \text{Jarak tempuh total pertahun}$$

$$= 371.533 \times 19.710 = \text{Rp. 7.322.912.552/tahun}$$

Berikut adalah tabel rincian anggaran menggunakan metode Departemen PU

Tabel 12. Rekapitulasi BOK Metode Departemen PU

Rekapitulasi Biaya Operasional Kendaraan		
Metode Departemen PU		
Biaya Tetap		
Rincian	Total	Satuan
Biaya Depresiasi	Rp 10.982	km
Biaya Pajak Kendaraan	Rp 1.171	km
Total	Rp 12.153	km
Biaya Tidak Tetap		
Biaya Bahan Bakar	Rp 296.072	km
Biaya Konsumsi Oli	Rp 1.170	km
Biaya Suku Cadang	Rp 1.009	km
Biaya Upah Pemeliharaan	Rp 12.137	km
Biaya Konsumsi Ban	Rp 3.063	km
Total	Rp 313.451	km
Total Biaya Tetap & Tidak Tetap	Rp 325.604	km
Biaya Overhead (10% dari total)	Rp 33.776	km
TOTAL BOK	Rp 371.533	km
TOTAL BOK	Rp 7.322.912.552	tahun

3.3. Perhitungan Biaya Pengembalian (Pendapatan)

- Perhitungan biaya pengembalian berdasarkan pendapatan dari iuran sampah per tahun

Nama Kelurahan	Jumlah Pendapatan per bulan	Total Per Tahun
Wenang Utara	Rp. 6.720.000	Rp. 80.640.000
Calaca	Rp. 4.580.000	Rp. 54.960.000

Total pendapatan pertahun dari 2 kelurahan
= Rp. 135.600.000 / tahun

3.4. Analisis Perbandingan kedua metode

- Metode Kementerian Perhubungan
 $= \text{Total Pendapatan} - \text{BOK Kementerian Perhubungan}$
 $= 135.600.000 - 1.293.758.777 = - \text{Rp. 1.158.158.777 / tahun}$
- Departemen Pekerjaan Umum
 $= \text{Total Pendapatan} - \text{BOK Departemen PU}$
 $= 135.600.000 - 7.322.912.552 = - \text{Rp. 7.187.312.552 / tahun}$

4. Kesimpulan

1. Biaya operasional kendaraan pengangkut sampah di Kecamatan Wenang berdasarkan hasil perhitungan dengan dua metode yaitu:
 - Metode Kementerian Perhubungan menghasilkan total biaya operasional sebesar Rp. 1.293.758.777 per tahun.
 - Metode Departemen Pekerjaan Umum menghasilkan total biaya operasional sebesar Rp. 7.322.912.552 per tahun. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan signifikan antar metode, di mana metode Kementerian Perhubungan memberikan hasil yang lebih efisien dalam konteks pengelolaan kendaraan pengangkut sampah.
2. Berdasarkan hasil analisis diperoleh perbandingan antara Metode Kementerian Perhubungan dan Departemen Pekerjaan Umum:
 - Menggunakan metode Kementerian Perhubungan, total pendapatan tahunan sebesar Rp. 135.600.000 masih jauh lebih kecil dibandingkan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) sebesar Rp. 1.293.758.777, sehingga menghasilkan kerugian sebesar Rp. 1.158.158.777 per tahun.
 - Sedangkan dengan metode Departemen Pekerjaan Umum, total pendapatan yang sama dibandingkan dengan BOK yang jauh lebih besar, yaitu Rp. 7.322.912.552, menghasilkan kerugian yang lebih tinggi, yaitu Rp. 7.187.312.552 per tahun.

Metode Kementerian Perhubungan menunjukkan estimasi BOK yang jauh lebih rendah dibandingkan metode Departemen Pekerjaan Umum. Dengan demikian, metode Kementerian Perhubungan memberikan gambaran biaya operasional yang lebih ringan, meskipun pada kenyataannya tetap menghasilkan kerugian tahunan. Perbedaan yang signifikan ini menunjukkan bahwa pendekatan dan komponen biaya yang digunakan oleh masing-masing metode sangat memengaruhi hasil analisis kelayakan finansial operasional kendaraan pengangkut sampah.

Referensi

- Eko, S. 2014. Tentang Perbandingan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) Jalan Lingkar Ambarawa Dan Jalan Eksisting
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008. Tentang Pengelolaan Sampah
- Indra, S. 2021. Tentang Observasi Penanganan Dan Pengurangan Sampah Di Universitas Singaperbangsa Karawang
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. Standar Nasional Indonesia Nomor 19-2454-2002 tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan
- Ashabul, K. 2017. Tentang Tinjauan Terhadap Pengelolaan Sampah
- Edwin, S. Kristo, R,P. Rolly, I. 2016. Tentang Media Pembelajaran Interaktif Pengelolaan Sampah Organik, Anorganik dan Bahan Beracun Berbahaya Berbasis Flash
- Damanhuri, E. 2006. Tentang Perolehan kembali Materi-Energi dari Sampah. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Lingkungan IV. Surabaya
- Rizki, P. 2011. Tentang Perencanaan Pengelolaan Sampah Di Kawasan Selatan Universitas Tanjungpura Dinas Lingkungan Hidup (DLH). Manado Dalam Angka 2024. Diakses pada tanggal 04 April 2024
- Departemen Pekerjaan Umum. 1990. Panduan Survei dan Perhitungan Waktu Perjalanan Lalu Lintas. Direktorat Jenderal Bina Marga. Jakarta
- Burhamtoro. 2016. Tentang Biaya Angkut Stationary Container System (SCS) Pada Pengangkut Sampah. Malang
- Kensuke Yanagiya. 1990. Feasibility Study on The Cikampek-Cirebon Toolway Project. Japan International Cooperation Agency. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. Standar Nasional Indonesia Nomor 03 6833-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Transportasi Perkotaan