

## MODEL PENGANGKUTAN SAMPAH DI KOTA BANGLI

Pande N. Sari Saraswati<sup>1</sup>, I G. B. Sila Dharma<sup>2</sup>, I Gst. Ketut Sudipta<sup>2</sup>

**Abstrak** : Pengangkutan sampah di Kota Bangli saat ini menggunakan pola individual langsung (*door to door*). Kendaraan yang dipakai masih ada jenis *dump truck* tanpa penutup yang menyebabkan polusi terhadap tempat-tempat yang dilalui. Kondisi kendaraan pengangkut sampah sebagian besar mengalami kerusakan. Penelitian ini bertujuan untuk membuat model pengangkutan yang berkaitan dengan rute pengangkutan, jenis armada, jumlah armada dan pengaturan waktu pengangkutan sampah, sehingga diketahui jumlah kebutuhan kendaraan dan TPS (Tempat Pembuangan Sementara) serta menentukan tarif retribusi sampah.

Metode penelitian meliputi pengambilan sampel sampah permukiman dan non permukiman berdasarkan acuan SNI-19-3964-1994.

Model ini menggunakan lima buah *compactor truck* untuk mengangkut sampah dari 283 buah *bin container* kapasitas 0,36 m<sup>3</sup>, dan satu buah *armroll truck* untuk mengangkut sampah pasar dari empat buah *loudhaul* kapasitas 6 m<sup>3</sup> setiap hari. Besarnya retribusi dianalisis berdasarkan perhitungan kelayakan investasi selama 10 (sepuluh) tahun pada suku bunga MARR 18%, dengan asumsi ada subsidi pemerintah, hasil perhitungan didapat NPV (*Net Present Value*) sebesar Rp. 35.673.540,99, nilai BCR (*Benefit of Cost Ratio*) sebesar 1,021 dan IRR (*Internal Rate of Return*) sebesar 19,11%, dengan tarif retribusi per bulan yaitu Rp. 2.000,00/KK, Rp. 20.000,00/unit sekolah, Rp. 25.000,00/unit kantor, Rp. 8.000,00/unit toko, Rp. 20.000,00/unit rumah makan, Rp. 2.000,00/kamar hotel/penginapan, dan Rp. 6.000,00/pedagang pasar.

Kata kunci : Model, Pengangkutan Sampah, Armada, Investasi, Retribusi.

## GARBAGE TRANSPORTATION MODEL IN BANGLI CITY

**Abstract** : The garbage transportation in Bangli City is currently done using a direct individual pattern (*door to door*). The vehicles used are dump trucks which are not covered, so they pollute the areas they pass by. Most of the vehicles are in bad condition. This study was aimed at identifying the transportation routes, the number of vehicles needed, the temporary place of garbage disposal 'Tempat Pembuangan Sementara' (TPS), and the rate of garbage retribution.

The research method included the sample of garbage from the place of residence and the place of non residence based on SNI-19-3964-1994 used as a reference.

This model used five compactor trucks for carrying garbage from 283 container bins with capacity of 0.36 m<sup>3</sup>, and one armroll truck for carrying the market garbage from four loudhaul with capacity of 6 m<sup>3</sup> per day. The amount of retribution is analyzed based on the calculation of investment feasibility for 10 years time at 18% MARR interest rate, with an assumption that there was subsidy from the government. It was found that the value of NPV (*Net Present Value*) was Rp. 35.673.540,99, the value of BCR (*Benefit of Cost Ratio*) was 1.021 and the value of IRR (*Internal Rate of Return*) was 19.11%. The monthly rates of retribution were Rp. 2,000.00/family, Rp. 20,000.00/school unit, Rp. 25,000.00/office unit, Rp. 8,000.00/shop unit, Rp. 20.000.00/restaurant unit, Rp. 2,000.00/hotel/accommodation unit, and Rp. 6,000.00/market trader.

Keywords: Model, Garbage Transportation, Vehicle, Investment, Retribution.

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Magister Teknik Sipil, Program Pascasarjana Universitas Udayana.

<sup>2</sup> Staff Pengajar Program Magister Teknik Sipil, Program Pascasarjana Universitas Udayana

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Kondisi *existing* pengangkutan sampah yang ada saat ini di Kota Bangli menggunakan pola individual langsung (*door to door*) yaitu pengangkutan sampah dimulai dari sumber sampah yang dikumpulkan di depan rumah penduduk dalam kantong plastik, keranjang, karung serta pengumpulan di TPS (Tempat Pembuangan Sementara) yang disediakan di sepanjang ruas jalan kota. Sebagian besar sampah belum terpilah antara organik dan anorganik, demikian juga dengan kendaraan pengangkut sampah. Kendaraan pengangkut sampah masih ada menggunakan truk terbuka tanpa penutup di atasnya yang menyebabkan sampah tercecer dan polusi pada lokasi yang dilalui selama menuju ke TPA (Tempat Pembuangan Akhir). Jarak TPA dengan pusat kota sekitar 17,7 km ke arah utara. Kondisi kendaraan banyak sudah rusak yang menyebabkan sampah tidak tertangani dengan baik.

Berdasarkan kondisi yang ada sekarang perlu dilakukan pengkajian terhadap pengangkutan sampah di Kota Bangli yaitu melakukan perbaikan sistem pengangkutan sampah dengan memperhatikan unsur kesehatan dan kebersihan lingkungan serta kesehatan para pekerja pengangkut sampah. Salah satunya dengan menerapkan model pengangkutan yang sesuai baik dari segi efektifitas pengambilan sampah, pemilihan jenis TPS dan jenis kendaraan pengangkut sampah.

### Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana model pengangkutan sampah di Kota Bangli berkaitan dengan rute pengangkutan, jumlah armada, jenis armada dan pengaturan waktu pengangkutan sampah?
2. Berapa jumlah dan dimana lokasi sebaran Tempat Pembuangan Sementara (TPS) yang dibutuhkan sesuai dengan volume sampah yang dihasilkan di Kota Bangli sampai 10 (sepuluh) tahun ke depan?
3. Berapa besarnya retribusi yang harus dibayarkan masyarakat sesuai dengan

model pengangkutan sampah yang akan digunakan?

### Tujuan Penelitian

Hasil kajian bertujuan untuk mengetahui model pengangkutan terkait dengan rute pengangkutan, jenis armada, jumlah armada, dan pengaturan waktu pengangkutan sampah. Hasil penelitian ini dapat dipakai acuan untuk menghitung jumlah dan lokasi sebaran TPS sampai 10 tahun ke depan. Analisis finansial kelayakan investasi pengangkutan sampah dipakai dasar penentuan tarif retribusi sampah. Penelitian ini diharapkan dapat membantu memberikan konsep yang jelas dan bahan informasi serta acuan dalam merencanakan model pengangkutan sampah di Kota Bangli .

### KAJIAN PUSTAKA

Aspek teknik operasional merupakan salah satu dari aspek-aspek pengelolaan persampahan. Aspek teknis operasional dibagi lagi atas enam elemen fungsi yaitu timbulan sampah (*waste generation*), penanganan, pemisahan, penyimpanan dan proses pada sumber (*waste handling, separation, storage and procesing at the source*), pengumpulan (*collection*), pemindahan dan pengangkutan (*transfer and transport*), pemisahan, proses dan transformasi (*separation and processing and transformation*), dan pembuangan akhir (*disposal*).

Pola pengangkutan sampah berdasarkan SNI No. 19-2454-2002 terdiri atas pola pengangkutan dengan sistem individual langsung (*door to door*), sistem pemindahan di *transfer depo* type I dan II, sistem pengosongan kontainer (*Transfer tipe III*). Sistem pengosongan kontainer ada dua macam yaitu sistem kontainer angkat (*Hauled Container System*) ataupun sistem kontainer tetap (*Stationary Container System*). Penentuan kebutuhan jumlah alat angkut sangat ditentukan oleh faktor pemilihan jenis alat angkut yang akan digunakan. Data representatif yang dapat digunakan untuk menghitung jumlah kebutuhan alat angkut dan pekerja dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Penentuan Jumlah Alat Angkut dan Pekerja

Jenis Alat Angkut	Metoda Bongkar muat	Faktor pemadatan (r)	Waktu untuk mengangkat, mengosongkan dan meletakkan kontainer (jam/trip)	Waktu untuk mengosongkan kontainer (jam/trip)	Waktu di lokasi (jam/trip)
HCS		-	0,067		0,053
- Hoist truck	Mekanis				
- Tilt - frame	Mekanis	-	0,40		0,127
- Tilt - frame	Mekanis	2,0 - 4,0	0,40		0,133
SCS				0,008 - 0,05	
- Compactor	Mekanis	2,0 - 2,5			0,1
- Compactor	Manual	2,0 - 2,5			0,1

Sumber : Tchobanoglous et al,1993

Dalam manajemen pengangkutan sampah terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menganalisis tingkat pelayanan yang diberikan kepada masyarakat, yaitu :

1. Waktu pengangkutan tiap rit ( $t_A$ ) :

$$t_A = \frac{Jarak(S_G)}{(V_1 + V_0) / 2} + t_{in} + t_{out}$$

Dimana :

- $t_A$  = Waktu angkut (jam)
- $t_{in}$  = Waktu menaikkan dan mengosongkan kontainer (jam)
- $t_{out}$  = Waktu menurunkan kontainer (jam)
- $S_G$  = Jarak dari pool-TPS-TPA (km)
- $V_1$  = Kecepatan isi (km/jam)
- $V_0$  = Kecepatan kosong (km/jam)

2. Jumlah Rit (P) :

$$P = \frac{V_S}{V_B}$$

Dimana :

- P = Jumlah pengambilan (rit)
- $V_S$  = Volume sampah ( $m^3$ )
- $V_B$  = Kapasitas truk ( $m^3$ /rit)

3. Jumlah kontainer yang dapat dikosongkan (Ct) :

$$Ct = \frac{v \cdot r}{c \cdot f}$$

- v = Volume alat angkut ( $m^3$ )

- r = Rasio pemadatan
- c = Volume kontainer ( $m^3$ )
- f = Faktor utilisasi berat kontainer

4. Waktu Operasi ( $t_o$ ) jika menggunakan satu truk :

$$t_o = P \times t_A$$

Dimana :

$t_o$  = Waktu operasi pengangkutan sampah dari TPS ke TPA per hari (jam)

P = Jumlah pengambilan (rit)

$t_A$  = Waktu angkut (jam)

5. Jumlah truk yang diperlukan ( $n_t$ ) :

$$n_t = \frac{t_o}{t_b}$$

Dimana :

$n_t$  = Jumlah truk yang diperlukan (unit)

$t_o$  = Waktu operasi pengangkutan sampah dari TPS ke TPA per hari (jam)

$t_b$  = Jumlah jam kerja per hari (jam).

Pemilihan alternatif rute pengangkutan sampah diperlukan suatu pendekatan atau model yang sesuai kondisi permasalahan. Salah satu model yang sederhana yaitu metode arus jaringan. Suatu jaringan (*network*) adalah suatu garis edar (*part*) yang terhubung pada berbagai titik, dimana satu atau beberapa barang bergerak dari satu titik ke titik yang lain. Jaringan diilustrasikan sebagai diagram yang terdiri dari dua komponen penting yaitu simpul (*node*) dan cabang (*branches*).

Analisis kelayakan investasi dihitung dengan metode NPV (*Net Present Value*), BCR (*Benefit Cost Ratio*) dan IRR (*Internal Rate of Return*).

## METODE PENELITIAN (2.9)

Lokasi penelitian meliputi empat kelurahan yaitu Kelurahan Bebalang, Kawan, Cempaga dan Kubu. Penelitian dengan cara mengambil sampel sampah dari sumber permukiman dan non permukiman masing-masing kelurahan selama dua hari berturut-turut yaitu hari libur dan hari masuk untuk mengetahui volume timbulan sampah rata-rata per hari di Kota Bangli. Sampel sampah permukiman diambil dari rumah yang dihasilkan dari rumah tangga. Sampel sampah non permukiman diambil dari sampah sekolah, kantor, toko, rumah makan,

pasar, dan hotel/penginapan. Teknis pelaksanaan pengambilan sampel sampah berdasarkan acuan SNI (Standar Nasional Indonesia) 19-3964-1994 tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan.

Hasil pengukuran volume timbulan sampah dipakai dasar untuk merencanakan model pengangkutan yang akan digunakan. Model pengangkutan terkait dengan rute pengangkutan, jenis armada, jumlah armada dan pengaturan waktu pengangkutan. Analisis rute pengangkutan menggunakan metode arus jaringan. Penentuan jenis armada sesuai efektifitas dan efisiensi waktu maupun biaya. Jumlah armada yang diperlukan berdasarkan volume timbulan sampah dan pengaturan waktu pengangkutan. Data hasil penelitian ini dipakai untuk proyeksi volume sampah sampai 10 tahun ke depan. Proyeksi jumlah sumber permukiman dan non permukiman menggunakan statistik dengan metode regresi berdasarkan *trend* data tahun sebelumnya.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil survey menunjukkan volume sampah rata-rata dari sumber permukiman yaitu 2,28 liter/orang/hari sampah anorganik dan 1,41 liter/orang/hari anorganik. Sampah dari sumber non permukiman 2,99 liter/orang/hari sampah organik dan 2,70 liter/orang/hari anorganik. Total volume sampah tahun 2012 dari sumber permukiman ditampilkan pada Tabel 2, volume sampah dari sumber non permukiman selain sampah pasar pada Tabel 3, dan sampah pasar pada Tabel 4.

Tabel 2. Volume Sampah Permukiman di Kota Bangli Tahun 2012

No	Kelurahan	Volume Sampah (M3)		Total (M3)
		Organik	Anorganik	
1	Bebalang	10,60	6,95	17,55
2	Kawan	20,79	15,54	36,33
3	Cempaga	17,63	12,47	30,10
4	Kubu	8,59	6,86	15,45
Jumlah		57,61	41,82	99,42

Sumber : Analisis data 2012

Tabel 3. Volume Sampah Non Permukiman Selain Sampah Pasar di Kota Bangli Tahun 2012

No	Kelurahan	Volume Sampah (M3)		Total (M3)
		Organik	Anorganik	
1	Bebalang	0,20	0,54	0,82
2	Kawan	11,31	7,97	19,28
3	Cempaga	5,37	4,04	9,42
4	Kubu	0,28	1,74	2,02
Jumlah		17,16	14,31	31,54

Sumber : Analisis data 2012

Tabel 4. Volume Sampah Pasar di Kota Bangli Tahun 2012

No	Kelurahan	Volume Sampah (M3)		Total (M3)
		Organik	Anorganik	
1	Bebalang	-	-	-
2	Kawan	9,24	3,96	13,20
3	Cempaga	4,71	2,02	6,72
4	Kubu	-	-	-
Jumlah		13,95	5,98	19,93

Sumber : Analisis data 2012

Data volume sampah digunakan untuk menghitung jumlah kendaraan dan TPS yang diperlukan. Armada direncanakan menggunakan *armroll truck* untuk mengangkut sampah pasar pada TPS jenis *loudhaul* 6 m<sup>3</sup> dan *compactor truck* kapasitas 6 m<sup>3</sup> untuk mengangkut sampah pada *bin container* 0,36 m<sup>3</sup>. Hasil perhitungan jumlah TPS yang diperlukan seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Jumlah TPS di Kota Bangli Tahun 2012

No	Kelurahan	Bin container (Bh)		Loudhaul (Bh)	
		Organik	Anorganik	Organik	Anorganik
1	Bebalang	30	20		
2	Kawan	58	43		
3	Cempaga	49	35		
4	Kubu	23	19		
5	Pasar Kidul	0	0	2	1
6	Pasar Cempaga	0	6	1	0
Jumlah		160	123	3	1

Sumber : Analisis data 2012

Dari hasil perhitungan, *armroll truck* yang diperlukan sebanyak satu unit, *compactor truck* sebanyak lima unit yang masing-masing bekerja pada *shift* pagi dan sore. Berdasarkan hasil proyeksi sampai tahun 2022 jumlah *bin container* yang diperlukan bertambah setiap tahun. Hasil analisis finansial dengan asumsi 100% investasi truk dan TPS serta operasional pengangkutan sampah dengan kriteria investasi yang

menyatakan layak dilaksanakan diperoleh nilai NPV sebesar Rp. 236.459.197,63 nilai BCR sebesar 1,011 dan IRR sebesar 19,17%, dengan rencana tarif retribusi per bulan tahun 2013 yaitu Rp. 33.000,00 / KK untuk rumah tangga, Rp. 150.000,00 / unit sekolah dan kantor, Rp. 125.000,00 / unit toko, Rp. 150.000,00 / unit rumah makan, Rp. 20.000,00 / kamar untuk hotel dan Rp. 25.000,00 / pedagang untuk pedagang pasar. Tarif retribusi tersebut tetap setiap tahun sampai tahun 2022.

Analisis investasi juga dihitung terhadap kondisi jika ada subsidi dari pemerintah daerah. Alternatif pertama yaitu biaya operasional pengangkutan sampah 100% subsidi dari pemerintah, sedangkan untuk biaya investasi truk dan TPS merupakan pinjaman bank. Tarif rencana retribusi per bulan tahun 2013 sampai 2022 sebesar Rp. 14.000,00/KK, Rp. 75.000,00/unit sekolah, Rp. 75.000,00/unit kantor, Rp. 100.000,00/unit toko, Rp. 120.000,00/unit rumah makan, Rp. 5.000,00/kamar hotel/penginapan, dan Rp. 18.000,00/pedagang pasar. Hasil perhitungan kelayakan investasi dengan kondisi tersebut, pada tingkat suku bunga MARR sebesar 18%, didapat nilai NPV sebesar Rp. 50.991.879,14, BCR sebesar Rp. 1,005, dan IRR sebesar 18,27% .

Alternatif kedua yaitu menetapkan tarif retribusi sesuai dengan yang berlaku sekarang di Kota Bangli yaitu berdasarkan Perda Kabupaten Bangli No. 10 Tahun 2011 tentang Retribusi Pelayanan Persampahan/Kebersihan, dimana tarif retribusi per bulan yaitu Rp. 2.000,00/KK, Rp. 20.000,00/unit sekolah, Rp. 25.000,00/unit kantor, Rp. 8.000,00/unit toko, Rp. 20.000,00/unit rumah makan, Rp. 2.000,00/kamar hotel/penginapan, dan Rp. 6.000,00/pedagang pasar, maka pemerintah harus memberikan subsidi biaya sebesar 100% untuk operasional dan 83% untuk investasi truk dan TPS, sedangkan 17% dari investasi truk dan TPS berasal dari pinjaman bank. Tarif retribusi diasumsikan tetap dari tahun 2013 sampai tahun 2022. Investasi dinyatakan layak pada tingkat suku bunga MARR sebesar 18%, dimana nilai NPV sebesar Rp. 35.673.540,99, BCR sebesar Rp. 1,021, dan IRR sebesar 19,17% . dinyatakan layak.

### Simpulan

1. Model pengangkutan yang direncanakan di Kota Bangli yaitu pengangkutan sistem kontainer tetap dengan kendaraan jenis *compactor truck* sebanyak lima unit untuk mengangkut sampah pada 283 buah *bin container* 0,36 m<sup>3</sup>, dan sistem kontainer angkat dengan kendaraan *armroll truck* untuk mengangkut sampah pada *loudhaul* kapasitas 6 m<sup>3</sup> sebanyak 4 unit setiap harinya pada tahun 2012, dengan pengaturan waktu *shift* pagi dan sore.
2. Proyeksi jumlah TPS yang diperlukan tahun 2013 sampai 2022 mengalami peningkatan setiap tahunnya.
3. Hasil perhitungan untuk menentukan investasi tersebut layak dengan tarif retribusi sesuai Perda Kabupaten Bangli No. 10 Tahun 2011 tentang Retribusi Pelayanan Persampahan/Kebersihan, dimana tarif retribusi per bulan yaitu Rp. 2.000,00/KK, Rp. 20.000,00/unit sekolah, Rp. 25.000,00/unit kantor, Rp. 8.000,00/unit toko, Rp. 20.000,00/unit rumah makan, Rp. 2.000,00/kamar hotel/penginapan, dan Rp. 6.000,00/pedagang pasar, didapat nilai NPV sebesar Rp. 35.673.540,99, BCR sebesar Rp. 1,021, dan IRR sebesar 19,11%. Hasil analisis finansial tersebut berdasarkan kondisi ada subsidi dari pemerintah sebesar 85% untuk investasi truk dan TPS dan 100% subsidi biaya operasional.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu proses pengambilan data sampel sampah dan para pihak yang sudah memberikan data sekunder terkait penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1994. *Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Anonim, 2002. *Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.

Giatman, M. 2006. *Ekonomi Teknik*.  
Jakarta : PT Raja Grafindo Persada.

Tchobanoglous, G., Theisen, H.,  
Eliassen, R. 1993. *Solid Wastes Engineering  
Principle and Management Issues*.  
International Student Editions. New York :  
McGraw-Hill Kogakusha.