

ALTERNATIF RUTE PENGANGKUTAN SAMPAH DI KECAMATAN KOTA TAMBOLAKA, SUMBA BARAT DAYA, NTT DENGAN MODEL DINAMIS

Asmiyaty Yunifa Ina dan Munawar Ali¹

¹ Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur
E-mail : yunifaasmiyati@gmail.com

ABSTRAK

Kota tambolaka merupakan salah satu kecamatan yang berada di Kabupaten Sumba Barat Daya yang terdiri dari 9 desa dan 2 kelurahan dengan luas wilayah 98,95 km² memiliki jumlah penduduk sebesar 36,811 jiwa pada tahun 2017 dan laju pertumbuhan penduduk sebesar 0.0449%. Seiring dengan semakin tingginya perkembangan pembangunan dan pertumbuhan penduduk, berdampak pada meningkatnya produksi sampah, baik sampah rumah tangga, sampah pasar maupun sampah lainnya. Produksi sampah di Kota Tambolaka sebesar 87 m³/ hari. Pada pengelolaan sampah yang ada di kecamatan kota Tambolaka, transportasi pengangkutan sampah merupakan sub-sistem pengelolaan sampah yang masih menjadi masalah dan harus diperhatikan karena berhubungan dengan aspek biaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji timbulan sampah dan memproyeksi kebutuhan prasarana pengangkutan sampah 5 tahun serta mengoptimalkan rute pengangkutan sampah ke TPA. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah model dinamik dengan memanfaatkan software stella. Hasil penelitian menunjukkan bahwa timbulan sampah di kecamatan Kota Tambolaka semakin meningkat setiap tahunnya, yang menyebabkan kebutuhan armada pengangkut sampah semakin meningkat pula. Pada tahun 2022 jumlah armada yang dibutuhkan sebanyak 15 unit, dengan kebutuhan ritasi 15 untuk mengangkut sampah sebanyak 91 m³. Dan untuk Rute alternatif yang dihasilkan untuk depo pertamina mampu menghemat jarak tempuh 1.29 km, untuk 1 kali ritasi dari rute sebelumnya. Sedangkan untuk penghematan biaya bahan bakar yang didapat dengan menggunakan rute baru adalah sebesar Rp. 28.104,-/hari atau Rp. 843.120,-/bulan dan Rp. 10.117.440,-/Tahun.

Kata kunci : Pengangkutan Sampah, Model Dinamik, Software Stella

ABSTRACT

Tambolaka city is one of the districts in Southwest Sumba District which consists of 9 villages and 2 villages with an area of 98.95 km² has a population of 36.811 people in 2017 and the population growth rate of 0.06%. Along with the increasing development and population growth, the impact on increasing waste production, both household waste, market waste and other waste. Waste production in city of Tambolaka is 87 m³ / day. Waste management in Tambolaka sub-district, garbage transportation transportation is a waste management sub-system that is still a problem and must be considered because it deals with cost aspects. This study aims to analyze waste generation and project the needs of 5-year waste transport infrastructure and optimize the

route for transporting waste to the landfill. This study uses dynamic model using Stella software. The results of the study showed that the generation of waste in the district of Tambolaka City was increasing every year, which also caused the need for the waste transport fleet to increase. In 2022 the number of fleets needed was 38 units, with the need for ritasi 116 to transport as much as 2895 m³ of waste. And for alternative routes generated for Pertamina depot, it can save 1.29 km of distance, for 1 time the ration from the previous route. As for the fuel cost savings obtained using the new route is Rp. 28,104, - / day or Rp. 843,120, - / month and Rp. 10,117,440, - / Year.

Keywords : *Garbage Transport, Dynamic Models, Software Stella*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sampah adalah sisa – sisa bahan yang mengalami perlakuan, yang di tinjau dari segi social ekonomis tidak ada harganya dan dari segi lingkungan dapat menyebabkan pencemaran atau gangguan terhadap lingkungan hidup. Jumlah atau volume sampah sebanding dengan tingkat konsumsi manusia terhadap barang/material yang kita gunakan sehari – hari. Sampah dapat dikelompokkan menjadi sampah domestik dan non domestik. Pengelolaan sampah adalah semua kegiatan dalam menangani sampah sejak di timbulan sampai pembuangan, yang meliputi pengendalian timbulan sampah, pengumpulan sampah, transfer dan transportasi, pengolahan dan pembuangan akhir menurut Kartikawan (2007). Pengangkutan sampah di maksudkan sebagai kegiatan operasi yang dimulai dari titik pengumpulan terakhir dari satu siklus pengumpulan sampai ke TPA. Rute pengangkutan yang optimal adalah rute yang memenuhi karakteristik permasalahan penentuan rute pengambilan sampah. Dalam setiap rute kapasitas yang diangkut tidak lebih dari kapasitas maksimal kendaraan pengangkut. Model dinamik digunakan untuk menggambarkan perilaku sistem yang rumit dan kompleks. Pengelolaan dan manajemen persampahan merupakan persoalan kompleks karena berhubungan secara keseluruhan. Simulasi model dinamik dapat membantu memahami perilaku sistem pada kondisi saat ini, hingga hasil simulasi dapat dianalisis sehingga didapat alternatif yang diinginkan. Hal ini juga dapat diterapkan untuk menentukan jumlah armada dan rute pengangkutan yang efektif dan efisien dalam pengangkutan sampah.

Tujuan

1. Mencari solusi dan penyelesaian dari model dinamik yang di tinjau dari aspek teoritis sehingga dapat memproyeksi jumlah armada pengangkutan sampah.
2. Mencari alternatif rute pengangkutan sampah agar tidak terjadi penumpukan di daerah padat lalu lintas

TINJAUAN PUSTAKA

Teknik Operasional Pengelolaan Sampah

Pengelolaan sampah adalah semua kegiatan yang dilakukan untuk menangani sampah sejak ditimbulkan sampai dengan pembuangan akhir. Kegiatan pengelolaan sampah meliputi pengendalian timbulan sampah, pengumpulan sampah, pengangkutan sampah, pengolahan dan pembuangan akhir.

a. Timbulan Sampah

Dari definisinya dapat disimpulkan bahwa pada dasarnya sampah itu tidak di produksi, tetapi ditimbulkan (*solid waste is generated, not produced*). SNI 04-1993-03 tentang spesifikasi timbulan sampah untuk kota kecil dan kota sedang, besarnya timbulan sampah untuk kota sedang adalah sebesar 2,75 - 3,25 liter/orang/hari atau 0,7 – 0,8 kg/orang/hari.

b. Pewadahan Sampah

Pewadahan sampah adalah suatu cara penampungan sampah sebelum dikumpulkan, dipindahkan, diangkut dan dibuang ke tempat pembuangan akhir. Pewadahan memiliki dua tujuan utama yaitu: untuk menghindari terjadinya sampah yang berserakan sehingga mengganggu lingkungan dari kesehatan, kebersihan dan estetika.

c. Pengumpulan sampah

Terdapat 5 pola dalam pengumpulan sampah, yaitu :

1. Pola individual langsung
Pola individual langsung adalah kegiatan pengambilan sampah dari sumber sampah dan diangkut langsung ke tempat pembuangan akhir tanpa melalui kegiatan pemindahan.
2. Pola individual tidak langsung
Pola individual tidak langsung adalah kegiatan pengambilan sampah dari masing – masing sumber sampah ke lokasi pemindahan untuk kemudian diangkut ke tempat pembuangan akhir
3. Pola komunal langsung
Pola komunal langsung adalah kegiatan pengambilan sampah dari masing – masing titik komunal dan diangkut ke lokasi pembuangan akhir.
4. Pola komunal tidak langsung
Pola komunal tidak langsung adalah kegiatan pengambilan sampah dari masing – masing titik pewardahan komunal ke lokasi pemindahan untuk selanjutnya diangkut menuju ke tempat pembuangan akhir
5. Pola penyapuan jalan
Pola penyapuan jalan adalah kegiatan pengumpulan sampah hasil penyapuan ajalan, khususnya untuk jalan protokol, lapangan parkir, lapangan rumput, dan lain – lain.

d. Pengangkutan

Pengangkutan adalah upaya penanganan sampah dalam bentuk membawa sampah dari sumber dan/atau dari tempat penampungan sementara atau dari tempat pengolahan sampah terpadu menuju tempat pemrosesan akhir. Permasalahan yang dihadapi dalam pengangkutan sampah adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan waktu kerja yang tidak efisien
2. Penggunaan kapasitas muat kendaraan yang tidak tepat
3. Rute pengangkutan yang tidak efisien
4. Tingkah laku petugas
5. Akseibilitas yang kurang baik.

e. Pengolahan Sampah

f. Pembuangan Akhir Sampah

Model Dinamik

Model dinamika sistem mencakup seperangkat metode konseptual dan numerik yang digunakan untuk memahami struktur dan perilaku sistem yang kompleks dari waktu ke waktu. Model dinamik sistem digunakan untuk mengembangkan model dinamik sistem dalam mendukung pengambilan keputusan. Sebuah dinamika sistem model merupakan hubungan kausal (sebab-akibat), loop umpan balik, dan penundaan/penghambat yang diperkirakan menghasilkan perilaku sistem. Dinamika sistem banyak digunakan untuk mengembangkan model lingkungan dan sistem pendukung keputusan. Pemodelan sistem dinamik untuk menentukan kebutuhan armada pengangkutan dan pengangkutan sampah, tahapan dalam pembuatan program dinamik ini sebagai berikut:

1. Pendekatan permasalahan
2. Analisa sistem
3. Strukturisasi dan formulasi model dinamis
4. Simulasi model sistem dinamis

Langkah Perumusan Model

Umumnya pemodelan sistem dinamik dapat memanfaatkan prosedur lima langkah untuk merumuskan model yaitu :

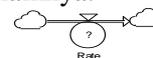
- 1) Causal loop diagram
- 2) Stock-flow diagram
- 3) Membangun kepercayaan dalam model
- 4) Dasar menjalankan simulasi
- 5) Analisi scenario

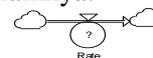
Software Stella

Stella digunakan untuk melakukan simulasi yang didukung dengan ikonografi menggunakan blok bayangan dasar seperti *stock*, *flow*, *converter*. Ikonografi yang ada disusun untuk mensimulasi proses dinamik dari suatu sistem.



1. Stock (level)  merupakan hasil suatu akumulasi. Fungsinya untuk menyimpan informasi berupa nilai suatu parameter yang masuk ke dalamnya.



2. Flow (rate)  berfungsi sebagai aliran yang akan mengisi dan mengalirkan stock.

3. Converter, secara umum fungsinya adalah untuk mengubah suatu input menjadi output.
4. Conector, berfungsi untuk menghubungkan elemen – elemen dari suatu model.

Hubungan conector langsung ke stok tidak dapat dilakukan

Dalam membuat sebuah model perlu diperhatikan batasan yang digunakan pada model, berikut adalah batasan yang digunakan pada penelitian ini :

a. Proyeksi penduduk

Metode proyeksi pertumbuhan penduduk yang akan digunakan adalah metode aritmatik :

$$P_n = P_0 \{1 + (r \cdot n)\} \quad (1)$$

Untuk mencari nilai r :

$$r = \frac{1}{n} \left(\frac{P_n}{P_0} - 1 \right) \quad (2)$$

Dimana :

P_n = jumlah penduduk setelah n tahun ke depan

P_0 = jumlah penduduk tahun awal

r = angka pertumbuhan penduduk

n = jangka waktu dalam tahun

b. Timbulan sampah

Rumus yang digunakan untuk menghitung timbulan sampah Kota Tambolaka :

$$Q_n = Q_r \cdot (1 + C_s)^n \quad (3)$$

Dengan :

$$C_s = \frac{(1 + ((C_i + C_p + C_{qn})/3))}{(1 + p)} \quad (4)$$

Dimana :

Q_n : timbulan sampah pada n tahun mendatang

Q_t : timbulan sampah pada tahun awal perhitungan

C_s : peningkatan / pertumbuhan kota

C_i : laju pertumbuhan sector industri

C_p : laju pertumbuhan sector pertanian

C_{qn} : laju peningkatan pendapatan per capital

P : laju pertumbuhan penduduk

c. Ritasi pengangkutan

Rumus yang digunakan :

$$\text{Kebutuhan ritasi} = \frac{\text{timbulan sampah}}{\text{kapasitas truk} \times \text{rasio pemadatan}} \quad (5)$$

Dimana :

Kapasitas truk = 6 m³

Rasio pemadatan = 2 – 2,5

d. Kapasitas truk

Kapasitas truk yang digunakan 6 m³. Lokasi TPA yang tak memungkinkan untuk dilalui oleh truk berkapasitas lebih 6 m³ disebabkan lebar jalanya hanya ≤ 4 m.

e. Usia truk pengangkutan

Usia teknis truk 5 – 7 tahun, diaman truk harus diganti maksimal pada usia 10 tahun dengan perawatan jika penggunaan truk yang setiap hari harus mengangkut dengan jarak ≥ 30 km.

f. Jarak tempuh pengangkutan sampah

Jarak tempuh pengangkutan disesuaikan dengan rute pengangkutan juga lokasi menuju TPA, dimana rata-rata jarak tempuh tiap armada 20 – 30 km perhari. Untuk menghitung total jarak tempuh dalam 1 hari digunakan rumus :

$$X = (A \times 2) \times Y \quad (6)$$

Dimana :

X = total jarak

A = panjang rute yang ditempuh

Y = jumlah ritasi

g. Rute pengangkutan sampah

Rute pengangkutan yang digunakan ialah rute yang melewati jalan arteri, penghubung juga lokal dan melayani kota tambolaka.

h. Pembiayaan

Untuk menghitung kebutuhan biaya bahan bakar, rumus yang akan digunakan:

1. Kebutuhan bahan bakar per-hari (Z)

Per-minggu = liter

Per-hari = kebutuhan per-minggu : 7 hari = ...l/hari

2. Panjang jarak yang ditempuh untuk 1 liter bahan bakar (L)

$$L = \frac{X}{Z} \quad (7)$$

Dimana :

X = total jarak

Z = kebutuhan bahan bakar per-hari

3. Kebutuhan biaya bahan bakar

Bahan bakar perhari = X x kebutuhan bensin tiap km x harga bahan bakar per-liter = hari

i. Pola pengumpulan dan pengangkutan

Pada pola pengumpulan dan pengangkutan digunakan pola individual manual (*door to door*). Pola ini saling berpengaruh satu dengan yang lain dan sangat berpengaruh pada pelayanan pengangkutan pada model.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian di Kecamatan Kota Tambolaka, Sumba Barat Daya, Sumba, NTT. Data yang digunakan adalah Pengambilan dan pengumpulan data yang diperlukan untuk mendukung penyelesaian masalah. Data – data yang dibutuhkan meliputi data primer (rute

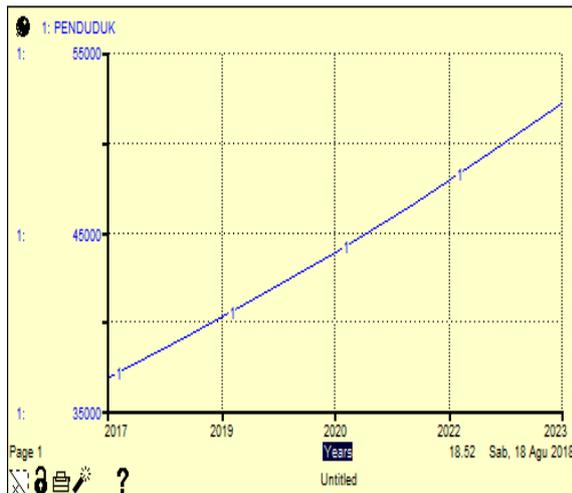
pengangkutan sampah, jumlah armada pengangkutan di kecamatan kota Tambolaka) dan data sekunder (Sistem pengelolaan sampah di kecamatan kota Tambolaka, Jumlah timbulan sampah di kecamatan kota Tambolaka, Jumlah penduduk di kecamatan kota Tambolaka, Ritasi pengangkutan sampah di Kota Tambolaka, Kapasitas armada pengangkutan, Data armada pengangkutan sampah di Kota Tambolaka) dimana data tersebut diperoleh dari instansi – instansi terkait.

HASIL DAN PEMBAHASAN

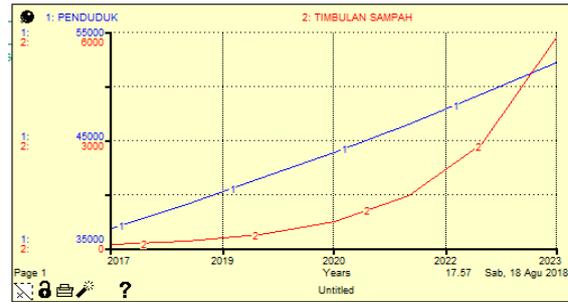
Dari hasil running semua data menggunakan model dinamik dengan software stella di dapat hasil sebagai berikut :

No	Tahun	Jumlah penduduk	Timbulan (m ³ /hari)	Jumlah armada	Kebutuhan ritasi
1	2017	36811	87	6	6
2	2018	39020	175	9	12
3	2019	41361	353	13	24
4	2020	43842	713	18	29
5	2021	46473	1436	27	57
6	2022	49261	2895	38	116

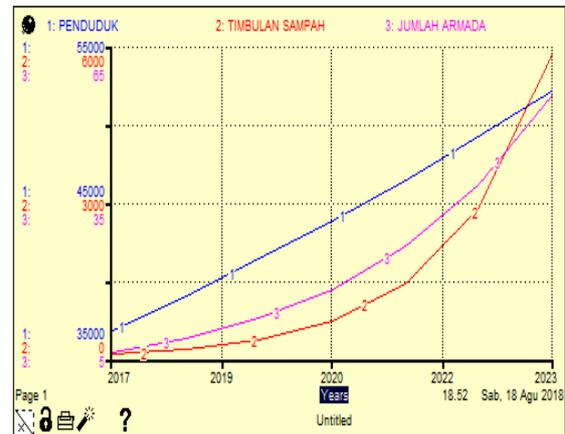
Sumber : Hasil *running* model 2018



Dari hasil proyeksi jumlah penduduk dilakukan proyeksi terhadap timbulan sampah ditahun – tahun mendatang. Oleh sebab itu dari faktor utama yaitu jumlah penduduk yang meningkat sangat berpengaruh pada variabel lain yang dihasilkan, contoh peningkatan tersebut dapat dilihat pada gambar 4.4.



Simulasi model dua variabel ini menunjukkan pola identik yaitu semakin naik dari tahun ke tahun. Hal ini berarti hasil uji simulasi sudah berjalan sesuai dengan logika aktual, yaitu dimana jumlah timbulan sampah sangat di pengaruhi oleh jumlah penduduk, semakin meningkat jumlah penduduk maka semakin meningkat pula jumlah timbulan sampah dan berlaku sebaliknya.



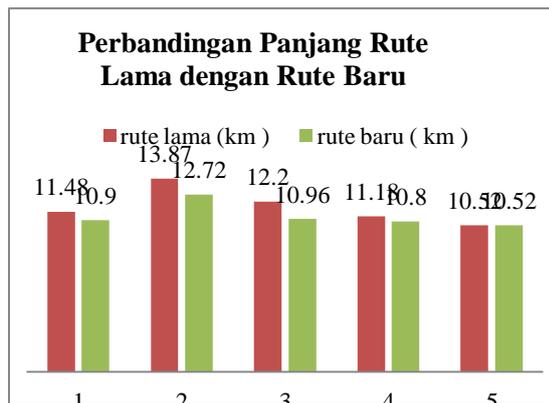
Selain jumlah penduduk dan timbulan sampah yang menunjukkan hasil dengan pola identik ada juga kebutuhan armada yang mengalami kenaikan kebutuhan yang sama. Kebutuhan armada yang meningkat setiap tahunnya mengakibatkan meningkat pula pelayanan pengangkutan sampah. Peningkatan armada terjadi tiap tahun sekali, membantu pengoptimalan pengangkutan sampah.

Variabel – variabel yang berpengaruh terhadap hasil *running* model juga menghasilkan peningkatan pada kebutuhan ritasi. Kebutuhan ritasi meningkat cukup tinggi karena kapasitas armada yang digunakan dalam *running* model hanya 6 m³, hal ini disebabkan kondisi eksisting yang tak memungkinkan untuk menggunakan armada yang berkapasitas lebih dari 6 m³.

Rute pengangkutan

Perbandingan panjang jalan rute lama dan alternatif rute baru 2017

No	Nama Depo	Panjang Jalan Depo Ke Tpa (Km)		Selisih Panjang(Km)
		Rute Lama	Rute Baru	
1	Pertamina	11,48	10,9	0,58
2	Karitas	13,87	12,72	1,15
3	Pasar radamata	11,2	10,96	1,24
4	Rujab	11,18	10,8	0,38
5	Kampung Belakang	10,52	10,52	0



Dari tabel dan diagram batang perbandingan panjang jalan rute lama dan alternatif baru dari depo ke TPA diatas, dapat terlihat selisih panjang yang cukup besar. Untuk perhitungan selanjutnya nilai masing – masing rute dikalikan 2 sebagai panjang jalan total per-ritasi (dari pool ke depo dan dari depo ke TPA). Kemudian untuk jarak tempuh total perhari dapat dihitung dengan mengalikan panjang rute (pool-Depo-TPA) dengan jumlah ritasi perharinya.

Jarak tempuh total kendaraan per-hari (rute lama) tahun 2017

No	Nama depo	Jarak depo ke TPA (km)	Jarak total 1 kali ritasi (km)	Jumlah ritasi perhari	Total jarak yang di tempuh per-hari (km)
1	Pertamina	11,48	22,96	1	22,96
2	Karitas	13,87	27,74	1	27,74
3	Pasar radamata	12,2	24,4	2	48,8
4	Rujab	11,18	22,36	1	22,36

5	Kampung belakang	10,52	21,04	1	21,04
---	------------------	-------	-------	---	-------

Jarak tempuh total kendaraan per-hari (rute baru)

No	Nama depo	Jarak depo ke TPA (km)	Jarak total 1 kali ritasi (km)	Jumlah ritasi perhari	Total jarak yang di tempuh per-hari (km)
1	Pertamina	10,9	21,8	1	21,8
2	Karitas	12,72	25,44	1	25,44
3	Pasar radamata	10,96	21,92	2	43,84
4	Rujab	10,8	21,6	1	21,6
5	Kampung belakang	10,52	21,04	1	21,04

Total jarak tempuh per-hari inilah yang akan digunakan untuk menghitung kebutuhan bahan bakar yang diperlukan dalam 1 hari. Bahan bakar yang digunakan untuk *Armroll Truck* ini adalah solar bersubsidi dengan harga perliter yakni Rp. 5.150,-. Kemampuan tempuh per-liter adalah 1,82 km atau untuk menempuh 1 km dibutuhkan 0.54 liter. Dengan data ini dapat dihitung kebutuhan biaya untuk bahan bakar kendaraan angkut sampah yang diperlukan dalam 1 hari. Misalnya untuk depo pasar sore dengan panjang rute baru sebesar 9.16 km, panjang total (dari pool-depo-TPA) adalah 21,8 x 2 = 11,772 km dikalikan jumlah ritasi dalam sehari. Karena jumlah ritasi perhari adalah 1 maka hasil total jarak yang ditempuh per-hari untuk pengangkutan depo pertamina. Sehingga dihitung kebutuhan biaya bahan bakar per-hari = (jarak tempuh total per-hari x kebutuhan solar tiap km x harga bahan bakar tiap liter)

$$= (21,8 \text{ km/hari}) \times (0.54 \text{ liter/km}) \times (\text{Rp. } 5.150,-/\text{liter})$$

$$= 60625,8 \text{ /hari}$$

Dari hasil perhitungan, selisih biaya antara rute lama dengan rute baru dapat digunakan sebagai acuan untuk mengetahui seberapa efisien rute angkut baru dibanding rute angkut lama.

Penghematan biaya operasional sub-sistem pengangkutan sampah tahun 2017

No	Nama depo	Selisih biaya	Penghematan per-bulan	Penghematan per-tahun
		(Rupiah)	(Rupiah)	(Rupiah)
1	Pertamina	3.223,9	96.717	1.160.604
2	Karitas	6.399,4	191.982	2.303.784
3	Pasar radamata	12.228,3	366.849	4.402.188
4	Rujab	21.11,4	63.342	760.104
5	Kampung belakang	0	0	0
Total		23.969	718.890	8.626.680

Dari hasil running rute alternatif dapat menghemat biaya bahan bakar sebesar Rp. 2.493.504,-/tahun untuk armada *Armroll truck* dengan daerah pelayanan depo pertamina dan jumlah ritasi 1. Sedangkan untuk depo pasar radamata yang memiliki jumlah ritasi 2 menghemat biaya sebesar Rp. 4.402.188,-/tahun dan memiliki penghematan bahan bakar terbesar. Pada depo kampung belakang biaya bahan bakar tidak memiliki selisih karena biaya yang dibutuhkan pada rute yang lama sama dengan rute yang baru.

KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan data dan pembahasan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Penggunaan model dinamik yang ada pada simulasi model ini bertujuan untuk menyempunakan sistem pengangkutan sampah Kota Tambolaka dengan data – data yang didapat dari dinas terkait. Model dinamik mampu menentukan jumlah armada dan kebutuhan ritasi yang juga mempengaruhi pelayanan pengangkutan sampah. Hasil proyeksi jumlah armada yang dibutuhkan pada tahun 2022 sebanyak 38 unit dan 156 ritasi untuk mengangkut saampah sebanyak 2895 m³.
2. Rute alternatif yang dihasilkan untuk depo pertamina mampu menghemat jarak tempuh 1.29 km, untuk 1 kali ritasi dari rute sebelumnya. Sedangkan untuk penghematan biaya bahan bakar yang didapat dengan menggunakan rute baru adalah sebesar Rp. 28.104,-/hari atau Rp. 843.120,-/bulan dan Rp. 10.117.440,-/Tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Angela B. Shiflet and George W. Shiflet. (2006). *Introduction to Computational Science: Modeling and Simulation for the Sciences. STELLA Version 9 Tutorial 1*. Princeton University.
- Anonim (1993), Badan Standarisasi Nasional, *Spesifikasi Timbulan Sampah Untuk Kota Kecil Dan Kota Sedang* : Based on SNI 04-03-1993, BSN, Jakarta.
- Anonim. (2016). Badan Pusat Statistik Kabupaten Sumba Barat Daya, *Kecamatan Kota Tambolaka*. Sistem Informasi Profil Daerah.
- Anonim (2002), Badan Standarisasi Nasional, *Tata Cara Teknik Operasional Sampah Perkotaan* : Based on SNI 19-2454-2002, BSN, Jakarta.
- Anonim (2017), Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Sumba Barat Daya *Timbulan Sampah per Hari*
- Anonim (2012), Undang - Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008, tentang Pengolahan Sampah.
- Anonim (2012), Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 81 Tahun 2012, tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Rumah Tangga.
- Chaerul, M. dan Zulfikar. (2008), *Evaluation of Waste Management System in District of Sukasari*, Environmental Engineering Project, Program Studi Teknik Lingkungan FTSL, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Damanhuri, Enri dan Tri Padmini. (2010), Diklat Kuliah TL-3104 Pengelolaan Sampah, Program Studi Teknik Lingkungan, FTSL, ITB. Bandung.
- Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman Dirjen Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum. (2006), *Materi Bidang Sampah* , Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman Dirjen Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Fitria, L., Susanty, S. dan Suprayogi. (2009), *Penentuan Rute Pengambilan Sampah di Bandung*, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung.
- Kartikawan, Yudhi. (2007), *Pengelolaan Persampahan, Lingkungan Hidup*, Yogyakarta.

- Kristian, Y. dan Chaerul, M. (2010), *Analisis Awal Implementasi Tempat Pengolahan Sampah Terpadu*. Skripsi, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, ITB. Bandung.
- Kuncoro Sejati. (2009), *Pengolahan Sampah Terpadu*. Yogyakarta: Kanisius
- Lubis, H. Maulana, A. dan Frazila, R. (2016), Penerapan Konsep Vehicle Routing Problem Dalam Kasus Pengangkutan Sampah Di Perkotaan. *Jurnal Teknik Sipil*, 23(3)
- Notoatmodjo, Soekidjo. (2003), *Ilmu Kesehatan Masyarakat dan Prinsip – Prinsip Dasar*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Nurhidayat, dan Setyo Purwendro. (2010), Mengolah Sampah Untuk Pupuk dan Pestisida Organi, Penebar Swadaya. Jakarta.
- Rahmi, A. Dan Rismalinda. (2012). Evaluasi Sistem Transportasi Sampah Di Kabupaten Rokun Hulu. *Jurnal Teknik Lingkungan*
- Saraswati, S., N, Pande., Dharma, I G, B, S., Sudipta Ketut. (2013), Model Pengangkutan Sampah Di Kota Bangli. *Jurnal Spektran*, 1(2)
- Soemirat, Juli. (2009). *Kesehatan Lingkungan*. Gajah Mada Univesity Press: Yogyakarta.
- Sukarnawati, Y., Nahry., dan Hartono Djoko, M. (2013). Optimasi Rute Pengumpulan Sampah Di Kawasan Perumahan Pesona Khayangan Dengan Model Penyelesaian Travelling Salesmen Problem. *Jurnal Transportasi* ,13(1), 1-8
- Yunita, A. dan Ali Munawar. (2014.) *Analisis Sistem Transportasi Sampah Kota Tuban Menggunakan DYNAMIC PROGRAMMING*. Program Studi Teknik Lingkungan, FTSP – UPN “Veteran” Jawa Timur