



EVALUASI KELAYAKAN EKONOMI DALAM PENGEMBANGAN SISTEM PENGANGKUTAN SAMPAH TPA SARIMUKTI KOTA BANDUNG

Hendri Gustian¹, Arlina Phelia²

¹ Program Studi Mekanisasi Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung

² Program Studi Teknik Sumberdaya Lahan dan Lingkungan, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung

Email: hendrigustian@polinela.ac.id

Received: 29 November 2022

Accepted: 17 Desember 2022

Published : 26 Desember 2022

Abstract

This research activity aims to identify the existing conditions of the waste management and transportation system at the Sarimukti landfill and to analyze the economic finance of waste transportation in the city of Bandung. The high activity and population in metropolitan cities such as Bandung City have resulted in problems in urban infrastructure services and only 60% of the waste in big cities is transported to TPA. This research was carried out in several stages, namely field observation, data collection, and analysis of the existing conditions of the Horse Racing TPS and Sarimukti TPA as well as an economic feasibility analysis which is able to provide suggestions on the cost of collecting and transporting waste to the TPA. The results showed that the THCS value was 5.72 hours/hour for 1 trip from the Horse Racing TPS and the total number of trips per day with working hours of 14 hours/day was carried out 2 trips with 2 different TPS services. Economically, the collection and transportation system is evidenced by the increase in transportation equipment and investment for 10 years. The NPV value resulting from investment and operational and maintenance costs benefits the B/C ratio of 1.11. This shows a value of more than 0 ($NPV > 0$), so that the project or activity is feasible to carry out with deliberation the cost of meeting and transporting waste to the landfill is Rp. 242,000,-/ton of waste.

Keywords: Benefit Costs, Economic Feasibility, Garbage Transportation, Sarimukti TPA.

Abstrak

Kegiatan penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi eksisting sistem pengelolaan dan pengangkutan sampah di TPA Sarimukti dan menganalisis ekonomi finansial pengangkutan sampah di Kota Bandung. Tingginya aktifitas dan jumlah penduduk di kota-kota metropolitan seperti Kota Bandung mengakibatkan munculnya persoalan dalam pelayanan prasarana perkotaan dan hanya 60% sampah yang ada di kota-kota besar terangkut ke TPA. Penelitian ini dilaksanakan dengan beberapa tahap yakni observasi lapangan, pengumpulan data, dan analisis kondisi eksisting TPS Pacuan Kuda dan TPA Sarimukti serta analisis kelayakan ekonomi yang mampu memberikan usulan skenario biaya pengumpulan dan pengangkutan sampah ke TPA. Hasil penelitian didapatkan nilai THCS 5,72 jam/ritasi untuk 1 kali ritasi dari TPS Pacuan Kuda dan total jumlah ritasi per hari dengan jam kerja 14 jam/hari dilakukan 2 ritasi dengan pelayanan 2 TPS yang berbeda. Secara ekonomi sistem pengumpulan dan pengangkutan dibuktikan dengan peningkatan alat angkut serta investasi selama 10 tahun. Nilai NPV yang dihasilkan dari investasi serta operasional dan pemeliharaan biaya manfaat B/C ratio 1,11. Hal ini menunjukkan nilai lebih dari 0 ($NPV > 0$), sehingga proyek atau kegiatan layak untuk dijalankan dengan usulan biaya pengumpulan dan pengangkutan sampah ke TPA sebesar Rp. 242.000,-/ton sampah.

Kata Kunci: Biaya Manfaat, Kelayakan Ekonomi, Pengangkutan Sampah, TPA Sarimukti.

To cite this article:

Authors. (Year). Title of the article. *Journal of English Language Teaching and Learning*, Vol(1), Page-Page.

PENDAHULUAN

Pembangunan di perkotaan tidak akan terlepas dari permasalahan pengelolaan sampah yang ditimbulkan dari aktifitas perkotaan. Limbah sampah yang dihasilkan dalam jumlah yang besar merupakan penyebab masalah lingkungan dan juga berdampak negatif (Irsyad, dan Yanti, 2016). Timbulan sampah kota menunjukkan trend yang terus meningkat, sejalan dengan pertumbuhan penduduk, meningkatnya kegiatan pembangunan, dan perubahan pola konsumsi masyarakat (Iman, dan Kustiwan, 2012). Tingginya aktifitas dan jumlah penduduk di kota-kota metropolitan seperti Jakarta, Bandung dan sebagainya mengakibatkan munculnya persoalan dalam pelayanan prasarana perkotaan, sehingga diperkirakan hanya sekitar 60% sampah di kota-kota besar di Indonesia yang terangkut ke TPA (Damanhuri, dan Padmi, 2010).

Berbagai permasalahan tersebut ditambah dengan kenyataan bahwa hingga saat ini paradigma pengelolaan sampah yang digunakan pada sebagian besar kota-kota di Indonesia masih berupa kumpul-angkut-buang, dengan mengandalkan penyelesaian masalah sampah melalui pemusnahan dengan *landfilling* pada suatu Tempat Pemrosesan Akhir (TPA).

Permasalahan pengelolaan sampah di Kota Bandung semakin mencuat setelah terjadinya bencana longsor di TPA Leuwigajah pada tahun 2005, sehingga mengakibatkan banyaknya sampah di tempat pembuangan sampah (TPS) yang tidak terangkut, kemacetan jalan akibat tumpukan sampah yang menutupi sebagian ruas jalan serta semakin menurunnya kualitas lingkungan hidup di Kota Bandung. Pesatnya perkembangan kota Bandung yang menjadi salah satu kota tujuan wisata di Jawa Barat, tidak terlepas dari permasalahan sampah yang menuntut penanganan secara serius. Berdasarkan wilayahnya Kota Bandung menghasilkan sampah sebesar 1.110 ton/hari atau sekitar 87% (Saputra, 2021). Sampah tersebut langsung dibuang ke lokasi TPA Sarimukti yang lokasinya di Kecamatan Cipatat, Kabupaten Bandung Barat.

Selain itu, transportasi pada sistem pengangkutan sampah diperlukan guna membawa sampah dari lokasi pemindahan atau dari sumber sampah secara langsung menuju tempat pemrosesan akhir (Alfian dan Phelia, 2021). Kota Bandung yang relatif jauh dari pusat kota yakni 45 km, memiliki konsekuensi pada biaya operasional yang tinggi dalam pengangkutan sampah, salah satunya adalah pembelian bahan bakar kendaraan. Optimasi terhadap pengangkutan sampah diharapkan dapat memudahkan dan meminimalisir biaya operasional dalam efektifitas rute pengangkutan sampah. Pengangkutan sampah di TPA Sarimukti tentunya memerlukan kajian yang lebih mendalam, baik dari sudut pandang lingkungan ataupun kelayakan finansial (Namara dan Tofi, 2017).

Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi kondisi eksisting sistem pengelolaan dan pengangkutan sampah di TPA Sarimukti dan menganalisis ekonomi finansial pengangkutan sampah di Kota Bandung dengan metode *Net Present Value* (NPV) dan *Benefit Cost Ratio* (BCR).

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengelolaan Sampah

Pengelolaan sampah adalah upaya yang sering dilakukan dalam sistem manajemen persampahan dengan tujuan antara lain untuk meningkatkan efisiensi operasional. Menurut Madelan (1997), terdapat enam aktifitas yang terorganisir di dalam elemen fungsional teknik operasional pengelolaan sampah, seperti timbulan sampah (*waste generation*), pewadahan (*onside storage*), pengumpulan (*collection*), pemindahan dan pengangkutan (*transfer dan transport*), pemanfaatan kembali (*procesing dan recovery*), dan pembuangan sampah (*disposal*).

Berdasarkan SNI 19-2454-2002 tentang Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan, faktor-faktor yang mempengaruhi sistem pengelolaan sampah perkotaan adalah kepadatan dan penyebaran penduduk, karakteristik fisik lingkungan dan sosial ekonomi, timbulan dan karakteristik sampah, budaya sikap dan perilaku masyarakat, jarak dari sumber sampah ke tempat pembuangan akhir sampah, rencana tata ruang dan pengembangan kota, dan sarana pengumpulan, pengangkutan, pengolahan dan pembuangan.

B. Tempat Pembuangan Akhir (TPA)

Pembuangan akhir merupakan tempat yang disediakan untuk membuang sampah dari semua hasil pengangkutan sampah untuk diolah lebih lanjut. Prinsip pembuangan akhir sampah adalah memusnahkan sampah

domestik di suatu lokasi pembuangan akhir. Tempat pembuangan akhir merupakan tempat pengolahan sampah. Menurut SNI 19-2454-2002 tentang Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan, secara umum teknologi pengolahan sampah dibedakan menjadi 3 metode yaitu

1. Metode *Open Dumping* merupakan sistem pengolahan sampah dengan hanya membuang/ menimbun sampah disuatu tempat tanpa ada perlakuan khusus/ pengolahan sehingga sistem ini sering menimbulkan gangguan pencemaran lingkungan.
2. Metode *Controlled Landfill* (Penimbunan terkendali) adalah sistem open dumping yang diperbaiki yang merupakan sistem pengalihan open dumping dan sanitary landfill yaitu dengan penutupan sampah dengan lapisan tanah dilakukan setelah TPA penuh yang dipadatkan atau setelah mencapai periode tertentu.
3. Metode *Sanitary landfill* (Lahan Urug Saniter) adalah sistem pembuangan akhir sampah yang dilakukan dengan cara sampah ditimbun dan dipadatkan, kemudian ditutup dengan tanah sebagai lapisan penutup.

C. Pengangkutan Sampah

Pengangkutan Sampah dapat dilakukan dengan 2 metode yaitu :

1. Hauled Container System (HCS) adalah sistem pengumpulan sampah yang wadah pengumpulannya dapat dipindah-pindah dan ikut dibawa ke tempat pembuangan akhir. HCS ini merupakan sistem wadah angkut untuk daerah komersial.
 - HCS 1, Truk kosong ke TPS 1 dari pool, mengambil container penuh dan dibawa ke TPA, lalu mengembalikan container kosong ke TPS 1, selanjutnya truk menuju TPS 2, dst.
 - HCS 2, Truk kosong dari pool ke TPS 1, dari TPS 1 bawa container isi ke TPA, dari TPA container kosong dibawa ke TPS 2, dari TPS 2 bawa container isi ke TPA, dst, dari TPS akhir truk bawa container isi ke TPA dan dari TPA bawa container kosong ke TPS 1.
 - HCS 3 Truk membawa container kosong dari pool ke TPS 1, meletakkan container kosong dan mengangkut container isi ke TPA, dst.
2. Stationary Container System (SCS) adalah sistem pengumpulan sampah yang wadah pengumpulannya tidak dibawa berpindah-pindah (tetap). Wadah pengumpulan ini dapat berupa wadah yang dapat diangkat atau yang tidak dapat diangkat. SCS merupakan sistem wadah tinggal ditujukan untuk melayani daerah pemukiman.

METODE PENELITIAN

A. Lokasi Kegiatan

Penelitian ini dilaksanakan di TPS Pacuan Kuda di Jalan Raya Pacuan Kuda Kelurahan Sukamiskin Kecamatan Arcamanik Kota Bandung dan TPA Sarimukti di Kecamatan Cipatat Kabupaten Bandung Barat.

B. Pengumpulan Data Primer dan Sekunder

Pada penelitian ini untuk data sekunder berupa kependudukan, profil TPA Sarimukti, dan data truk masuk. Untuk data primer yang digunakan berupa wawancara, observasi, dan pengukuran fisik untuk pengukuran sarana pengangkutan sampah dan pengukuran jarak serta waktu terkait pengumpulan sampah dengan alat timbangan, kamera digital, meteran, alat tulis dan lainnya.

C. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dalam penelitian ini diuraikan dalam bentuk tahapan-tahapan yang berisikan alur kegiatan seperti tahap persiapan, tahap pengumpulan data, dan tahap akhir analisis data. Tahap persiapan yang dilakukan adalah menguraikan penyusunan kebutuhan data dan melaksanakan survey. Tahap pengumpulan data dilakukan dengan pengumpulan data sekunder dan data primer dalam peninjauan lokasi TPS Pacuan Kuda dan TPA Sarimukti. Tahap akhir analisis data dilakukan untuk menganalisis kondisi eksisting pengelolaan sampah di TPS Pacuan Kuda dan TPA Sarimukti dan menganalisis ekonomi finansial TPA Sarimukti terkait pengangkutan sampah.

1. Analisis kondisi eksisting dan pengangkutan TPA Sarimukti

Analisis kondisi ini dilakukan guna mengetahui bagaimana pengelolaan sampah di TPA Sarimukti, efektivitas waktu pemindahan dan perlakuan sampah di truk serta mengevaluasi pengangkutan sampah. Efektivitas waktu pemindahan dilakukan dengan pengangkutan dari TPS Pacuan Kuda ke TPA Sarimukti mengacu pada perhitungan HCS (*Hauled Container System*) yakni :

- Perhitungan waktu ritasi

$$THCS = (PHCS + S + h) \dots\dots\dots h = a + bx$$

$$THCS = (PHCS + S + a + bx)$$

$$PHCS = pc + uc + dbc$$

Dimana:

THCS = Waktu per ritasi (jam/rit)

PHCS = Waktu pengambilan per ritasi (jam/rit)

S = Waktu di tempat (TPS/TPA) untuk bongkar muat (jam/rit)

H = Waktu pengangkutan dari sumber, TPS atau TPA

A = Konstanta empiris (jam/ritasi)

b = Konstanta empiris (jam/jarak)

x = jarak pulang-pergi (m)

pc = Waktu untuk mengangkut container isi (jam/rit)

uc = Waktu untuk mengosongkan kontainer (jam)

dbc = Waktu untuk menempuh jarak dari kontainer ke kontainer lain (jam/rit)

- Jumlah ritasi perhari

$$Nd = [H(1-w)-(t_1+t_2)] / T_{HCS} \quad Nd = Vd / c.f$$

Dimana:

Nd = Jumlah ritasi/hari (rit/hari)

H = Waktu kerja (jam/hari)

w = *Off route* faktor (waktu hambatan)

t₁ = Waktu dari pool kendaraan/garasi ke kontainer 1 (jam)

t₂ = Waktu dari kontainer terakhir ke garasi/pool (jam)

THCS = Waktu pengambilan/ritasi (jam/rit)

Vd = Jumlah sampah terkumpul (volume/hari)

c = Ukuran rata-rata kontainer (volume/hari)

f = Faktor penggunaan kontainer

2. Analisis ekonomi finansial TPA Sarimukti

Analisis finansial dilakukan untuk mengetahui perkiraan pendanaan dan aliran kas, sehingga dapat diketahui layak atau tidaknya bisnis yang dijalankan. Analisa finansial ini dilakukan perkiraan dana untuk *Net Present Value* (NPV), dan depresiasi alat yang berasal dari operasional. Adapun komponen perhitungan NPV yang dilakukan perlu adanya data tentang perkiraan biaya investasi, biaya operasi dan pemeliharaan serta perkiraan manfaat dari kegiatan yang direncanakan. Perhitungan NPV dijabarkan sebagai berikut :

$$NPV = P + [A \times (P/A; n; i)]$$

Dimana :

P = Nilai Investasi

A = Biaya Operasional dan Pemeliharaan/ tahun

N = Suku Bunga

i = Periode Waktu

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis kondisi eksisting dan pola penanganan sampah TPS ke TPA

Pola penanganan sampah di TPS Pacuan Kuda yang terletak di Jalan Raya Pacuan Kuda, Arcamanik Kota Bandung, berukuran panjang 8 m dan lebar 4,8 m. Tempat penampungan sementara ini hanya terdapat landasan kontainer berupa pelat beton dan 1 buah kontainer penampung sampah dengan volume $\pm 12,5 \text{ m}^3$. TPS Pacuan Kuda melayani 6 RW yang berada di Kelurahan Sukamiskin yaitu RW 05, 06, 07, 08, 09, 17 yang melayani 6.078 jiwa (data penduduk kelurahan Sukamiskin, 2015). Operasional pengelolaan sampah, pemindahan dan pengangkutan sampah dari TPS Kota Bandung menuju ke TPA merupakan tanggung jawab Pemerintah Kota/Kabupaten yang dalam hal ini merupakan tanggung jawab PD. Kebersihan Kota Bandung. Namun untuk pengelolaan di titik transfer/TPS Pacuan Kuda dilakukan secara swadaya oleh pengelola permukiman kawasan tersebut.

Pola pengumpulan sampah di area pelayanan TPS Pacuan Kuda sebagian besar menggunakan pola individual tidak langsung, dimana sumber sampah rumah tangga dikumpulkan oleh petugas pengumpul

menuju lokasi transfer (TPS), di TPS terdapat kegiatan pemilahan oleh petugas TPS yang berperan sebagai petugas pengumpul, kemudian sampah yang sudah tidak bernilai jual/residu diangkut ke TPA. Kondisi kontainer pengangkut sampah tersebut tidak kedap sehingga masih terdapat kebocoran lindi dari kontainer tersebut. Hasil persentase reduksi sampah anorganik di TPS ini sebesar 8,09% sedangkan sampah organik 0%, karena tidak tersedianya sarana serta fasilitas pengolahan sampah organik dan keterbatasan lahan TPS. Pada waktu operasional petugas pengangkutan sampah dari TPS adalah 03.00 – 14.00 setara 11 jam dengan 1 ritasi. Pemakaian bahan bakar/hari untuk pengangkutan dari TPS Pacuan Kuda ke TPA ± 37 liter solar.

Rute pengangkutan melalui Jalan Pacuan Kuda, Arcamanik – Cicaheum – Tol Pasteur – Tol Padalarang – TPA Sarimukti, dengan jarak tempuh sejauh 114 km/ritasi. Sedangkan pemeliharaan truk kontainer sampah adalah dilakukan penggantian oli sebulan sekali dan penggantian ban setiap 3 bulan sekali. Pada pola pengangkutan di TPS Pacuan Kuda dapat dihitung dengan persamaan perhitungan HCS didapatkan nilai THCS 5,72 jam/rit. Untuk jumlah ritasi perhari didapatkan nilai Nd 2 rit/hari, sehingga dapat diketahui bahwa dengan waktu operasional petugas pengangkutan selama 14 jam, petugas tersebut hanya dapat melakukan 2 ritasi/hari.

Pola densitas sampah di kontainer/truk dalam proses pemindahan sampah dilakukan secara manual. Saat sampah penuh dilakukan kompaksi secara manual dengan tujuan agar daya tamping kontainer semakin besar. Hasil observasi yang dilakukan didapatkan densitas sampah truk *amroll* sebesar 308,09 kg/m³ atau 0,308 ton/m³.

B. Pola penanganan sampah di TPA Sarimukti

Sampah yang ditangani oleh TPA Sarimukti adalah sampah yang berasal dari kegiatan rumah tangga, kegiatan pasar, kegiatan komersial, kegiatan perkantoran, institusi pendidikan, dan kegiatan lainnya yang menghasilkan limbah sejenis sampah kota. Komposisi sampah di TPA Sarimukti beragam, berdasarkan hasil observasi sampah organik paling tinggi sebesar 61,30% dibandingkan sampah anorganik 38,70%. Klasifikasi sampah plastik sebesar 9,07%, sampah kertas 8,45%, sampah textile 4,20% dan lainnya.

Selain data besaran volume sampah berdasarkan Kabupaten/Kota, terdapat pula data truk sampah yang masuk ke TPA Sarimukti. Truk sampah yang masuk ada yang berasal dari Kota Bandung, Kota Cimahi, dan Kabupaten Bandung Barat. Hasil pengamatan bahwa jumlah truk yang masuk ke TPA selama 1 bulan terakhir adalah sebanyak 8.826 buah dengan volume dan berat sampah yang terbesar berasal dari Kota Bandung, yaitu 2.253,90 m³ dan 818,08 ton. pada pelaksanaan operasional TPA sehari-hari terdapat beberapa proses kegiatan yang diterapkan di TPA Sarimukti sebagai kegiatan administrasi terhadap sampah yang masuk. Proses kegiatan tersebut adalah penerimaan sampah, distribusi sampah, penuangan/*loading*, dan pemadatan / kompaksi.

Penanganan pengolahan lindi di TPA Sarimukti dilakukan secara *onsite* yakni langsung di lokasi yang sama untuk kemudian ke badan air. Badan air penerima hasil pengolahan lindi dari TPK ini adalah Sungai Cipanawan dan Sungai Ciganas. Berdasarkan hasil pengamatan bahwa pengaliran pengolahan air lindi di TPA adalah bak pengumpul – kolam anaerobik – kolam aerobik – kolam maturasi – RSF – *wet land*. Pengukuran yang dilakukan dilapangan didapatkan debit air lindi yang berfluktuasi dan sangat dipengaruhi oleh musim. Untuk warna hitam dan bau yang tajam tercium dari sampel yang diambil. Pengukuran lainnya seperti daya hantar listrik (DHL) di inlet, outlet kolam anaerobik dan outlet kolam aerobik secara berurutan 20,2 mS/cm, 15,23 mS/cm dan 14,68 mS/cm. sedangkan untuk pengukuran TDS inlet 14.140 mg/L, outlet anaerobik 10.661 mg/L dan outlet aerobik 10.276 mg/L dengan total efisiensi penyisihan TDS pada saat observasi sebesar 27,3%.

Hasil pengukuran DO diperoleh jumlah oksigen terlarut di inlet sebesar 0,16 mg/L sedangkan di outlet kolam anaerobik dan di outlet kolam aerobik sebesar 0,01 mg/L. Setelah pengolahan, nilai COD yang awalnya 9363,2 mg/l berkurang menjadi 8.025,6 mg/L setelah melewati kolam anaerobik dan berkurang lagi menjadi 7600 mg/L pada outlet kolam aerobik. Total efisiensi penyisihan COD pada saat observasi sebesar 18,8%, sedangkan dari sampel yang diuji BPMKL sebesar 39,7%. Efisiensi penyisihan COD kolam anaerobik 14,29%, lebih besar dari pada kolam aerobik 5,30%. Nilai COD pada outlet masih berada jauh di atas kadar maksimal yang ditetapkan dalam baku mutu. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan organik di dalam lindi yang telah diolah masih sangat tinggi dan membutuhkan pengolahan lebih lanjut. Sedangkan untuk pH didapatkan antara rentang 7,80 – 8,12 pada area inlet – outlet aerobik.

C. Analisis kelayakan finansial TPA Sarimukti

Pada perhitungan analisis finansial dilakukan untuk mengetahui perkiraan pendanaan dan aliran kas, sehingga dapat diketahui layak atau tidaknya bisnis yang dijalankan. Pengelolaan sampah di TPA Sarimukti dikelola oleh Pemerintah Bandung Barat, dibawah oleh Dinas Kebersihan dan Pemukiman Kota Bandung. Di dalam skenario analisa finansial yang akan dikelola oleh Dinas Kebersihan, difokuskan hanya dari pengumpulan sampai ke pengangkutan sampah menuju TPA Sarimukti. Pemerintah bekerja sama dengan pihak swasta untuk mengelola pengangkutan di dalam analisa finansial ini dilakukan perkiraan dana untuk *Net Present Value* (NPV), dan depresiasi alat yang berasal dari operasional.

Investasi barang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan bisnis yang dijalankan, hasil analisis diketahui bahwa biaya investasi barang yang diperlukan untuk merencanakan sistem pengumpulan dan pengangkutan sampah di Kota Bandung adalah sebesar Rp 88.381.632.000,-.

- Biaya Operasional dan Pemeliharaan

- 1) Bahan bakar : hasil analisis didapatkan biaya bahan bakar dengan jarak tempuh 114 km/ritasi adalah Rp. 131.100/ritasi. Untuk biaya bahan bakar yang diperlukan dalam setahun adalah Rp. 10.381.736.000.
- 2) Gaji petugas : gaji petugas yang dibayarkan oleh swasta dan didasarkan pada UMK Kota Bandung hasil analisis didapatkan dengan total jumlah petugas 224 orang selama 1 tahun adalah Rp. 6.332.928.000/tahun.
- 3) Biaya pemeliharaan : hasil analisis didapatkan biaya Pemeliharaan truk yang berjumlah 112 armada selama 4 kali dalam setahun adalah Rp. 1.792.000.000/tahun.
- 4) Administrasi : biaya ini dikeluarkan perusahaan untuk mengurus kelengkapan surat kendaraan. Selain itu administrasi juga dilakukan untuk KIR dan pajak kendaraan yang dikeluarkan setiap tahun dengan total sebesar Rp. 1.926.400.000.
- 5) Restribusi jalan tol : Rute pengangkutan dilakukan melalui jalur jalan tol, sehingga waktu pengangkutan untuk lalu lintas untuk 1 kali pengangkutan membutuhkan waktu 2 jam perjalanan diluar waktu bongkar muat (Total 6 jam perjalanan sudah termasuk bongkar muat/ritasi). Biaya retribusi jalan tol didapatkan Rp. 981.120.000/tahun.

Dari kelima biaya operasional dan pemeliharaan sistem pengumpulan dan pengangkutan dari Kota Bandung ke TPA Sarimukti didapatkan total per tahun yang harus dikeluarkan sebesar Rp. 21.751.184.000/tahun.

- Biaya Manfaat

Biaya manfaat diperoleh dari jasa pelayanan kendaraan *armroll truck* yang disewakan kepada pemerintah untuk mengangkut muatan sampah menuju TPA Sarimukti dengan periode kontrak adalah 10 tahun. Total biaya investasi dan operasional pemeliharaan adalah Rp. 110.132.816.000. Perhitungan nilai biaya investasi dan operasional pemeliharaan dengan menambahkan semua komponen biaya yang digunakan.

Perhitungan nilai biaya penyewaan *armroll truck* menggunakan analisis ekonomi teknik dengan memproyeksikan ke nilai di masa akan datang (*Future Value*), dan suku bunga yang digunakan adalah sebesar 12%. Berdasarkan hasil perhitungan yang ada maka total biaya penyewaan hingga 10 tahun yang akan datang diperoleh adalah Rp 656.224.877.008,- tanpa memperhitungkan keuntungan. Maka harga dasar penyewaan truk sebesar Rp 1.605.250,-/unit/hari. Jika memperhitungkan keuntungan yang diperoleh, maka untuk penyewaan 1 truk di dapatkan harga sewa dengan asumsi keuntungan 10% dari total biaya adalah Rp. 1.765.775. biaya manfaat yang diperoleh untuk penyewaan 1 truk yang diperoleh suatu perusahaan sebesar Rp. 160.525.

- *Net Present Value* (NPV)

Net Present Value (NPV) digunakan untuk menghitung selisih uang yang dikeluarkan dengan memperhatikan *time value of money*. NPV diperlukan data tentang perkiraan biaya investasi, biaya operasi, dan pemeliharaan serta perkiraan manfaat dari proyek yang direncanakan. Perhitungan NPV mengandalkan pada teknik arus kas yang didiskontokan, nilai investasi (P) Rp. 88.381.632.000,-, biaya operasional dan pemeliharaan (A) Rp. 21.751.184.000,-, dengan suku bunga (n) 12% dan periode waktu (i) 10 tahun maka didapatkan total NPV investasi dan operasional pemeliharaan Rp. 209.318.215.040.

Hasil perhitungan NPV biaya manfaat didapatkan untuk harga sewa/unit (F) adalah Rp. 721.848.820.000,-. Untuk perhitungan harga sewa untuk nilai saat ini (P) adalah Rp. 232.435.320.040,-. Berdasarkan komponen biaya tersebut antara biaya investasi dan operasional pemeliharaan dan biaya manfaat dihasilkan nilai B/C ratio 1,11. Hal ini diperoleh bahwa nilai NPV > 0 sehingga investasi yang diberikan memberikan manfaat bagi perusahaan dan proyek dapat dijalankan.

- Depresiasi Alat

Perhitungan depresiasi diperlukan untuk mengetahui nilai alat setelah pemakaian alat tersebut pada masa tertentu. Melalui perhitungan depresiasi alat, maka dapat diperhitungkan modal yang akan dikeluarkan di masa alat sudah tidak dapat digunakan dan alat baru harus dibeli. Hal tersebut juga berlaku pada truk yang digunakan dalam pengangkutan sampah ke TPA. Kontainer yang terbuat dari bahan yang tidak tahan terhadap zat asam, dapat mempercepat umur pemakaian dari truk sampah yang digunakan. Melalui pemeliharaan dengan cara penyemprotan dan pembilasan pada *armroll truck* setelah *loading* muatan sampah pada *landfill*, dapat memperpanjang usia pemakaian. Harga awal pembelian 1 unit *armroll truck* adalah Rp 720.000.000,- diperkirakan akan menyusut dengan umur manfaat pemakaian adalah 10 tahun sebesar Rp 120.000.000,-, maka biaya depresiasi alat yang digunakan adalah Rp. 60.000.000,-/tahun.

- Skenario Perhitungan Biaya Pengangkutan menggunakan Sarana PD Kebersihan

Setelah melakukan perhitungan kebutuhan biaya selama 10 tahun, maka diperoleh biaya pengumpulan dan pengangkutan selama 1 tahun adalah Rp 65.622.487.700,00, dan selama 1 hari sebesar Rp 179.787.637. Berdasarkan data dari TPA Sarimukti, maka diketahui bahwa berat sampah yang diangkut ke TPA dari Kota Bandung adalah 818 ton/hari, sehingga biaya pengumpulan dan pengangkutan sampah per ton adalah Rp. 219.789 – Rp. 220.000,-.

Biaya pengumpulan dan pengangkutan sampah yang riil tanpa memperhitungkan keuntungan adalah Rp 220.000,-. Sehingga jika sebuah perusahaan akan berinvestasi pada sistem pengumpulan dan pengangkutan sampah di Kota Bandung dengan asumsi keuntungan sebesar 10 %, maka biaya yang diajukan adalah sebesar Rp 242.000,-.

SIMPULAN

1. Berdasarkan hasil penelitian terhadap kondisi eksisting pengangkutan sampah di TPA Sarimukti membutuhkan waktu untuk 1 kali ritasi dengan nilai THCS 5,72 jam/ritasi pengangkutan sampah dari TPS Pacuan Kuda. Dalam 1 hari, dilakukan 2 kali ritasi melayani 2 TPS yang berbeda (TPS Margahayu dan TPS Pacuan Kuda). Angka ini sudah sesuai dengan perhitungan jumlah ritasi per hari dengan jam kerja 14 jam/hari.
2. Untuk analisa ekonomi pada sistem pengumpulan dan pengangkutan sampah di Kota Bandung, didapat nilai investasi selama 10 tahun dengan menggunakan analisa NPV dan biaya manfaat dihasilkan nilai B/C ratio 1,11, dimana nilai lebih dari 0 (NPV > 0). Sehingga proyek tersebut layak untuk dijalankan. Usulan skenario biaya pengumpulan dan pengangkutan sampah ke TPA sebesar Rp. 242.000,-/ton sampah.

SARAN

1. Perlu adanya penjadwalan truk yang masuk TPA untuk mengurangi penumpukan antrian.
2. Perlu peningkatan pemeliharaan peralatan agar kejadian alat rusak yang mengganggu kinerja TPA tidak sering terjadi.
3. Perlu penelitian lebih lanjut tentang pemantauan atau evaluasi secara berkala terkait pengangkutan sampah di TPA.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diucapkan kepada dosen dan teman sejawat di Jurusan Teknologi Pertanian Politeknik Negeri Lampung yang sudah membantu dalam keberhasilan penelitian ini.

REFERENSI

- Alfian, Rian, and Arlina Phelia. "Evaluasi Efektifitas Sistem Pengangkutan Dan Pengelolaan Sampah Di TPA Sarimukti Kota Bandung." *JICE (Journal of Infrastructural in Civil Engineering)* 2.01 (2021): 16-22.
- Damanhuri, Enri, dan Tri Padmi. 2010. *Diktat Kuliah Pengelolaan Sampah*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.

- Iman, Halwatul, and Iwan Kustiwan. "Keberlanjutan Pengelolaan Sampah Berbasis masyarakat di Kelurahan Tamansarri Kota Bandung." *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota B SAPPK V2N2* (2012): 283-290.
- Irsyad, Fadli, and Delvi Yanti. "Evaluasi Tekno-Ekonomi Pemanfaatan Biogas Skala Rumah Tangga Sebagai Sumber Energi Alternatif Ramah Lingkungan." *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas 20.2* (2016): 73-79.
- Namara, Idi, and Septyan Roy Sahey Tofi. "Studi Kelayakan Ekonomi Proyek Tempat Pengolahan Sampah Terpadu Di Palabuhanratu Sukabumi." *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-ilmu Teknik Sipil 1.2* (2017): 101-106.
- Saputra, Moh. TA: *Kelayakan Pengembangan TPA Sarimukti Sebagai Kawasan Industri Sampah (KIS) (Berdasarkan Aspek Ekonomi)*. Diss. Institut Teknologi Nasional Bandung, 2021.