

Pemodelan Pemilihan Lokasi Pembuangan Sampah Akhir pada Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta

Mukh. Nasir Ramdhani¹ dan Prita Meilanitasari²

¹Departemen Teknik Industri

Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta

Jl. SWK No.104, Ngropoh, Condongcatur, Kec. Depok, Kab. Sleman, Yogyakarta 55283

²Graduate School of Management of Technology

Hanyang University

222, Wangsimni-ro, Seongdong-gu, Seoul 04763, Korea

email : mn.ramdhani@upnyk.ac.id ; dintamio@hanyang.ac.kr

doi: <https://doi.org/10.31315/opsi.v12i2.3144>

Received: 21st September 2019; Revised: 22nd October 2019; Accepted: 27th November 2019;

Available online: 1st December 2019; Published regularly: December 2019

ABSTRACT

Population growth rate and urban lifestyle have an impact on increasing the volume of waste. The problem is related to the concept of Municipal Waste Collection (MWC) for waste management. Waste management considers transportation and distribution from the Temporary Disposal Site (TPS) to the location of the Final Disposal Site (TPA). Routing and allocation for waste disposal in the urban area gave a big concern for the society. This study will raise the issue of allocation, distribution and transportation to support overall waste management in urban areas. This study will use Integer Linear Programming approach for modeling the selection of the final location of TPA by considering the distance from each TPS to the TPA. This study also considers the conversion value of the weight of municipal solid waste in Yogyakarta City. In the practice, Yogyakarta City has 1 TPA with 73 TPS. Authors generate 1 new TPA as an alternative. This study will give an alternative allocation, distribution and transportation from each TPS which optimized the capacity of TPA.

Keywords: Municipal Waste Collection; Landfills location; Distribution; Waste Management; Integer Linier Programming

ABSTRAK

Laju pertumbuhan suatu penduduk serta ekonomi masyarakat perkotaan akan berdampak pada peningkatan volume sampah yang dihasilkan. Permasalahan tersebut berkaitan dengan konsep Municipal Waste Collection (MWC). Pengelolaan sampah dapat mempertimbangkan faktor transportasi dan distribusi dari Tempat Pembuangan Sementara (TPS) ke lokasi Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Dengan pendekatan Integer Linier Programming penelitian ini melakukan pemodelan pemilihan lokasi akhir sampah dengan mempertimbangkan jarak dari masing-masing TPS menuju ke TPA di Kota Yogyakarta. Penelitian ini juga mempertimbangkan nilai konversi dari berat sampah kota yang dihasilkan menjadi volume sampah yang di angkut menuju TPA. Kota Yogyakarta hanya mempunyai 1 TPA dengan 73 TPS. Penambahan 1 lokasi TPA baru sebagai alternatif pemilihan lokasi pembuangan sampah dilakukan dalam penelitian ini. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa beberapa alternatif alokasi pembuangan sampah dengan mempertimbangkan distribusi dan transportasi pada masing-masing TPS yang dapat mengoptimalkan kapasitas TPA.

Kata Kunci: Municipal Waste Collection; Lokasi Pembuangan Sampah Akhir; Distribusi; Manajemen Sampah; Integer Linier Programming

1. PENDAHULUAN

Semakin pesatnya pertumbuhan penduduk di kota besar maka masalah kependudukan pun semakin kompleks. Salah satu masalah yang kini dihadapi pemerintah kota adalah masalah penanganan sampah. Penanganan sampah merupakan layanan wajib dan penting yang

harus disediakan oleh pemerintah di berbagai negara untuk menjaga kebersihan perkotaan (Huang & Lin, 2015). Pertumbuhan ekonomi menunjukkan sejauh mana aktivitas perekonomian akan menghasilkan tambahan pendapatan masyarakat pada suatu periode tertentu (Sukirno, 2006). Pertumbuhan ekonomi mengarah pada perkembangan kegiatan

perekonomian yang menyebabkan bertambahnya barang dan jasa yang diproduksi dan kemakmuran masyarakat meningkat (Sukirno, 1994). Peningkatan penduduk suatu daerah, migrasi penduduk, dan perkembangan industri di suatu daerah dapat meningkatkan produksi sampah (Mulasari et al., 2016). Dengan bertambahnya pendapatan akan memicu tingkat konsumsi barang dan jasa, yang kemudian hasil akhir dari kegiatan konsumsi barang dan jasa adalah berupa sampah perkotaan. Permasalahan tersebut berkaitan dengan konsep *Municipal Waste Collection* (MWC) dimana MWC merupakan aktivitas multidisiplin yang mencakup pemisahan sumber sampah, penyimpanan, pengumpulan sampah, transfer dan transportasi, pengolahan dan pemulihan, dan pembuangan akhir sampah (Das & Bhattacharyya, 2015). Tujuannya adalah untuk memperhitungkan pengeluaran dalam pengelolaan sampah kota (Jacobsen, Buysse, & Gellynck, 2013). Perencanaan dalam membuat kebijakan sangat penting untuk menemukan cara yang efisien dan berkelanjutan untuk pengumpulan dan pembuangan sejumlah sampah kota (Xue, Coa, & Li, 2015). Pengelolaan sampah yang tidak mempertimbangkan faktor transportasi dan distribusi pada lokasi pembuangan akhir yang tepat akan berakibat terlantarnya sampah sehingga dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan juga akan sangat mengganggu kelestarian fungsi lingkungan dan estetika.

Sistem distribusi dan transportasi sampah kota dapat berkaitan dengan rute yang harus ditempuh oleh kendaraan pengangkut sampah dari beberapa Tempat Pembuangan Sementara (TPS) menuju ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Beberapa penelitian pada permasalahan pengumpulan sampah kota telah dilakukan, seperti penelitian dari (Usman et al., 2013) melakukan pengembangan model pemilihan lokasi akhir sampah perkotaan yang ada di Jakarta timur. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model pemilihan lokasi pembuangan sampah perkotaan terbaik. Dengan mempertimbangkan jarak pada masing-masing TPS ke TPA. Penelitian dari (Ramdhani et al., 2018) mengembangkan model optimasi pada jadwal keberangkatan kendaraan serta penugasan kendaraan yang melayani pengangkutan di TPS pada masing-masing rute dengan mempertimbangkan *route sequencing* pada setiap kendaraan yang homogen. Pada

(Islam et al., 2015) mempertimbangkan satu pusat distribusi yang melayani beberapa permintaan konsumen pada setiap rangkaian titik penjualan dengan menggunakan kendaraan dengan batasan kapasitas muatan. (Buhrkal et al., 2012) melakukan penelitian dengan bagaimana cara untuk mengumpulkan sampah dengan cara yang efisien pada Danish Garbage Collection Company Dengan pendekatan model *waste collection vehicle routing problem with time windows*. Dengan mempertimbangkan jarak minimum antara titik penjualan dan pusat distribusi. Penelitian ini menggunakan pendekatan *heuristic* untuk mendapatkan minimal total jarak perjalanan. Sedangkan pada penelitian ini, dengan menggunakan pemodelan pemilihan lokasi akhir sampah dengan mempertimbangkan jarak dari masing-masing TPS menuju ke TPA. Penelitian ini dibangun dengan pendekatan *Integer Linier Programming* untuk menghasilkan alokasi distribusi dari masing-masing TPS ke beberapa TPA dengan meminimalisasi jarak tempuh optimal dari TPS ke TPA.

Dari beberapa tinjauan penelitian-penelitian sebelumnya, mayoritas penelitian dilakukan untuk menentukan jalur transportasi sampah yang akan dilalui oleh truk-truk pengumpul dan pengangkut sampah sementara penelitian ini difokuskan pada penentuan lokasi TPA. Penelitian ini dilandasi pemikiran bahwa jumlah TPS yang tersebar di wilayah perkotaan sangat banyak sementara jumlah TPA terbatas. Pemerintah Kota Yogyakarta melalui Dinas Lingkungan Hidup (DLH) sebagai pengelola dalam permasalahan sampah kota, membutuhkan sebuah sistem dalam pengelolaan distribusi sampah. DLH mempunyai TPS sejumlah 73 titik lokasi dan 1 TPA Piyungan. Dari permasalahan di atas maka diperlukan model pengelolaan distribusi sampah kota, maka dilakukan pengembangan model pemilihan lokasi akhir sampah perkotaan. Penelitian ini difokuskan pada kondisi saat ini, sehingga pemilihan lokasi terbaik akan dibatasi oleh pemilihan jarak terdekat dari tempat pengumpulan sampah sementara (TPS) ke tempat penampungan akhir (TPA), volume sampah yang dihasilkan oleh masyarakat per hari, dan kapasitas maksimum sampah yang dapat ditampung oleh TPA per hari. Dan penulis mengasumsikan ada tambahan 1 TPA Sidorejo sebagai usulan alternatif solusi penanganan sampah di Kota Yogyakarta. Diharapkan dengan pemilihan lokasi pembuangan sampah dari 73

TPS ke 2 TPA ini dapat membantu pemerintah setempat dalam mengelola sampah perkotaan saat ini.

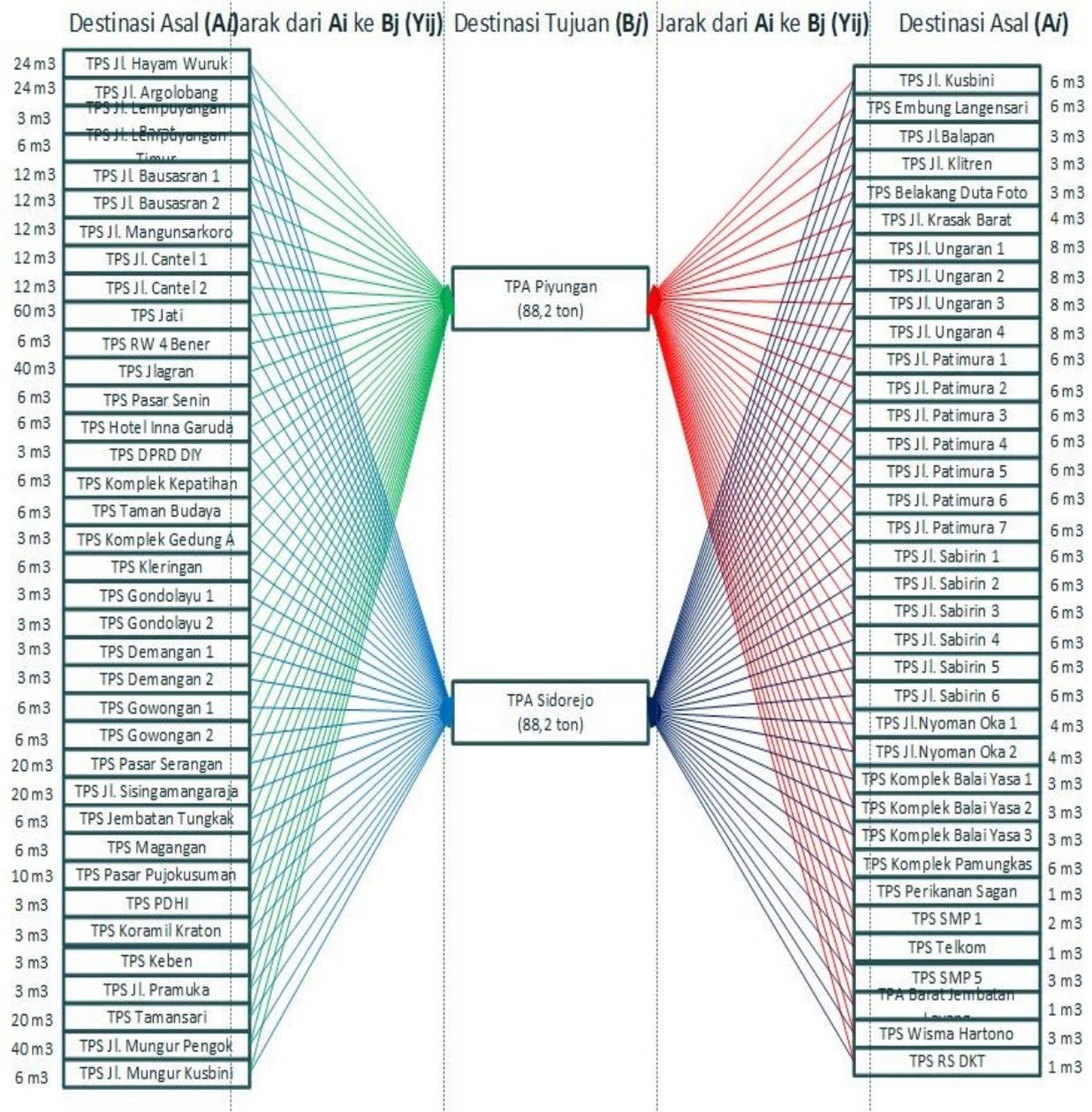
2. METODE PENELITIAN

2.1 Pengumpulan Data

Sebagai langkah awal penelitian ini dengan melakukan pengumpulan data dari pihak-pihak terkait di Dinas Lingkungan Hidup Pemerintah Kota Yogyakarta. Adapun data yang digunakan

pada masing-masing TPS dan TPA, dan jarak titik asal dari TPS ke titik tujuan TPA.

Dalam pemilihan lokasi TPA yang optimal untuk masing-masing TPS di DIY dengan menggunakan metode *integer linier programming* (0-1) yang bertujuan untuk menentukan TPA yang mana yang optimal (berdasarkan jarak tempuh) dan dijadikan lokasi pembuangan sampah pada tiap-tiap lokasi TPS. Data yang digunakan adalah data yang berasal

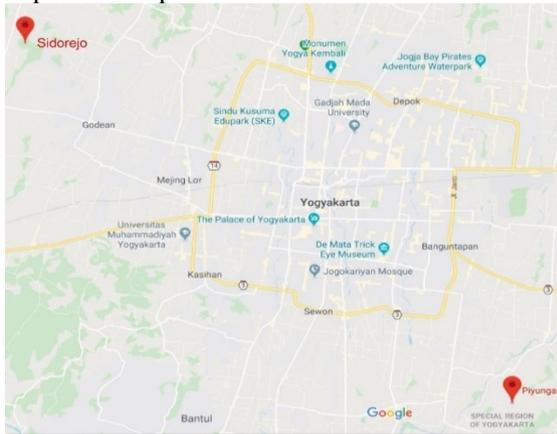


Gambar 1. Network Flow untuk Pemodelan Formulasi

dalam penelitian ini adalah lokasi Tempat Pembuangan Sementara (TPS), lokasi Tempat Pembuangan Akhir (TPA), Kapasitas maksimum

dari 73 TPS Permanen yang dilayani Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta, serta 2 TPA yaitu TPA Piyungan dan TPA Sidorejo

sebagai usulan alternatif. Peta lokasi kedua TPA dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi TPA Sidorejo dan TPA Piyungan

Penelitian ini hanya berfokus untuk pemodelan pemilihan lokasi pada masing-masing TPS menuju ke TPA dengan mempertimbangkan waktu tempuh kendaraan yang didapat dari Google Maps. Dengan asumsi bahwa jarak tempuh di ambil dengan menggunakan Google Maps pada setiap TPS yang dikelola oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta. *Network flow* untuk pemodelan formulasi dapat dilihat pada Gambar 1.

Pada Gambar 1, formulasi pada penelitian ini didasarkan pada jarak yang ditempuh dari A_i destinasi awal (TPS Permanen) menuju ke B_j destinasi akhir (TPA) serta volume sampah yang diangkut pada tiap TPS. Dimana Y_{ij} adalah jarak yang ditempuh kendaraan dari destinasi A ke- i menuju destinasi B ke- j .

Data pada Tabel 1 adalah data jarak antara masing-masing TPS ke TPA yang digunakan dan volume sampah pada tiap TPS. Berdasarkan data daya timbangan TPA Piyungan pada tahun 2016, rata – rata volume sampah Kota Yogyakarta per hari adalah 176,4 ton. Sebagai informasi, daya tampung maksimal untuk masing-masing TPA disamakan dengan rata-rata volume sampah per perhari yakni 88,2 ton untuk TPA Piyungan, dan 88,2 ton untuk TPA Sidorejo.

Total volume sampah untuk semua TPS adalah 593 m³. Volume sampah tersebut harus dapat ditampung pada masing-masing TPA. Untuk menentukan nilai berapa toh volume sampah Kota Yogyakarta, maka digunakan nilai 0,19 sebagai koefisien nilai rata-rata faktor konversi *mixed municipal waste* berdasarkan dari penelitian (Sarajevo, 2015). Formulasi

konversi dari satuan volume (m³) ke satuan berat (ton) berdasarkan pada (Sarajevo, 2015) adalah:
 $Volume (m^3) \times Conversion Factor = Weight \text{ in tons}$ (1)

Berdasarkan persamaan (1), maka jumlah tonase sampah yang dihasilkan oleh Kota Yogyakarta per hari adalah 112,7 tons.

2.2 Formulasi Model Matematis

Formulasi yang digunakan dalam penelitian ini dapat didefinisikan sebagai (i) untuk lokasi pada setiap TPS dan (j) untuk lokasi tujuan pembuangan sampah TPA. Parameter dan variabel keputusan yang digunakan penelitian ini adalah Y_{ij} merupakan jarak dari TPS (i) menuju ke TPA (j), V_{ji} merupakan volume timbunan sampah pada TPA (j) dari TPS (i) per tonase (ton), d_i adalah demand sampah pada TPS (i) per kubik (m³), C_j merupakan kapasitas maksimum TPA (j) per tonase (ton), CF_j merupakan faktor konversi sampah kota (mixed municipal waste) pada TPA (j). Sedangkan variabel keputusan pada penelitian ini adalah jarak optimal pembuangan sampah dari TPS ke TPA (Z), dan pemilihan lokasi terbaik (X_{ij}).

Pemodelan pemilihan lokasi dalam formulasi matematis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Y_{ij} X_{ij} \quad (2)$$

Subject To:

$$\sum_{i=1}^n V_{ji} X_{ij} \leq C_j, \quad \forall j \in J \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^m X_{ij} = 1, \quad \forall i \in I \quad (4)$$

$$V_{ji} = CF_j \times d_i, \quad \forall j \in J, \forall i \in I \quad (5)$$

$$X_{ij} = \text{integer} \quad (6)$$

Fungsi tujuan pada persamaan (2) untuk meminimasi jarak tempuh pembuangan dari TPS menuju TPA. Batasan (3) untuk memastikan sampah yang masuk pada TPA dari TPS tidak melebihi kapasitas maksimum. Batasan (4) adalah variabel keputusan dalam untuk menentukan pemilihan lokasi terbaik. Batasan (5) menentukan volume sampah yang masuk pada TPA dari TPS sesuai dengan satuan kapasitas. Batasan (6) merupakan variabel integer.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada kondisi saat ini, Dinas Lingkungan Hidup Pemerintah Kota Yogyakarta hanya memiliki satu TPA (TPA Piyungan) untuk melayani proses pembuangan sampah akhir pada seluruh TPS yang tersebar di Kota Yogyakarta. Pada penelitian ini *generate* satu lokasi baru sebagai usulan TPA baru untuk melayani seluruh TPS. Dari masing-masing lokasi TPS menuju TPA menjadi input dalam pengolahan data.

Data yang diperoleh kemudian masukkan ke dalam perhitungan matematis dengan bantuan *software linier programming*. Hasil dari *running* formulasi matematika serta data dapat diselesaikan dengan mendapatkan *global optimum solution*.

Berdasarkan data pada Gambar 1 dan Tabel 1, menunjukkan total sampah pada masing-masing TPS dan kapasitas masing-masing TPA dengan jarak antar TPS dan TPA minimum sebesar 1069.583 km. Dari hasil perhitungan

Tabel 1. Matriks Jarak TPS– TPA dan Volume Sampah di tiap TPS

Lokasi TPS	Jarak ke TPA (Km)		Lokasi TPS	Jarak ke TPA (Km)	
	TPA Piyungan	TPA Sidorejo		TPA Piyungan	TPA Sidorejo
TPS Jl. Hayam Wuruk	13.3	18.4	TPS Koramil Kraton	14.1	18.8
TPS Jl. Argolobang	14.1	22.8	TPS Keben	12.1	19.9
TPS Jl. Lempuyangan Barat	13.7	22.5	TPS Jl. Pramuka	8.8	22.4
TPS Jl. Lempuyangan Timur	13.9	22.8	TPS Tamansari	14.3	19.1
TPS Jl. Bausasran 1 & 2	12.6	23.1	TPS Jl. Mungur Pengok	13.7	19.8
TPS Jl. Mangunsarkoro	12.7	20.4	TPS Jl. Mungur Kusbini	15.1	19.5
TPS Jl. Cantel 1 & 2	12.9	24.1	TPS Jl. Kusbini	14	18.9
TPS Jati	18.9	24.7	TPS Embung Langensari	14	19
TPS RW 4 Bener	18.5	14.8	TPS Jl. Balapan	14.8	19.9
TPS Jlagran	15.2	16.4	TPS Jl. Klitren	15	19.4
TPS Pasar Senin	14.6	18.5	TPS Belakang Duta Foto	15	19.5
TPS Hotel Inna Garuda	15	17.7	TPS Jl. Krasak Barat	14.3	18.7
TPS DPRD DIY	15.1	17.8	TPS Jl. Ungaran 1, 2, 3 & 4	14.3	17.7
TPS Komplek Kepatihan	13.9	18.1	TPS Jl. Patimura 1, ..., 7	14.5	17.9
TPS Taman Budaya	13	18.7	TPS Jl. Sabirin 1, ..., 6	16.2	17.3
TPS Komplek Gedung Agung	13.9	19	TPS Jl. Nyoman Oka 1 & 2	14.9	17.7
TPS Kleringan	17.7	17	TPS Komplek Balai Yasa 1, 2, & 3	15.4	19.1
TPS Gondolayu 1 & 2	16.8	16.5	TPS Komplek Pamungkas	14.4	18.1
TPS Demangan 1 & 2	14.7	19.6	TPS Perikanan Sagan	15.8	17.8
TPS Gowongan 1 & 2	17.7	17	TPS SMP 1	16.5	17.6
TPS Pasar Serangan	14.9	17.2	TPS Telkom	16.3	17.4
TPS Jl. Sisingamangaraja	10.7	21.2	TPS SMP 5	14.3	18
TPS Jembatan Tungkak	10.9	21.6	TPA Barat Jembatan Layang	13.9	19.1
TPS Magangan	13.4	19	TPS Wisma Hartono	16.1	16.8
TPS Pasar Pujokusuman	11.8	20.3	TPS RS DKT	16.4	17.6
TPS PDHI	13.7	18.8			

Tabel 2. Hasil Pemilihan Alokasi TPS pada TPA

Lokasi TPS	Lokasi Pembuangan Sampah Terbaik	Lokasi TPS	Lokasi Pembuangan Sampah Terbaik
TPS Jl. Hayam Wuruk	TPA Piyungan	TPS Koramil Kraton	TPA Piyungan
TPS Jl. Argolobang	TPA Piyungan	TPS Keben	TPA Piyungan
TPS Jl. Lempuyangan Barat	TPA Piyungan	TPS Jl. Pramuka	TPA Piyungan
TPS Jl. Lempuyangan Timur	TPA Piyungan	TPS Tamansari	TPA Piyungan
TPS Jl. Bausasran 1 & 2	TPA Piyungan	TPS Jl. Mungur Pengok	TPA Piyungan
TPS Jl. Mangunsarkoro	TPA Piyungan	TPS Jl. Mungur Kusbini	TPA Piyungan
TPS Jl. Cantel 1 & 2	TPA Piyungan	TPS Jl. Kusbini	TPA Piyungan
TPS Jati	TPA Sidorejo	TPS Embung Langensari	TPA Piyungan
TPS RW 4 Bener	TPA Sidorejo	TPS Jl. Balapan	TPA Piyungan
TPS Jlagran	TPA Sidorejo	TPS Jl. Klitren	TPA Piyungan
TPS Pasar Senin	TPA Piyungan	TPS Belakang Duta Foto	TPA Piyungan
TPS Hotel Inna Garuda	TPA Piyungan	TPS Jl. Krasak Barat	TPA Piyungan
TPS DPRD DIY	TPA Piyungan	TPS Jl. Ungaran 1, 2, 3 & 4	TPA Piyungan
TPS Komplek Kepatihan	TPA Piyungan	TPS Jl. Patimura 1, ..., 7	TPA Piyungan
TPS Taman Budaya	TPA Piyungan	TPS Jl. Sabirin 1, ..., 6	TPA Piyungan
TPS Komplek Gedung Agung	TPA Piyungan	TPS Jl. Nyoman Oka 1 & 2	TPA Piyungan
TPS Kleringan	TPA Sidorejo	TPS Komplek Balai Yasa 1, 2, & 3	TPA Piyungan
TPS Gondolayu 1 & 2	TPA Sidorejo	TPS Komplek Pamungkas	TPA Piyungan
TPS Demangan 1 & 2	TPA Piyungan	TPS Perikanan Sagan	TPA Piyungan
TPS Gowongan 1 & 2	TPA Sidorejo	TPS SMP 1	TPA Piyungan
TPS Pasar Serangan	TPA Piyungan	TPS Telkom	TPA Piyungan
TPS Jl. Sisingamangaraja	TPA Piyungan	TPS SMP 5	TPA Piyungan
TPS Jembatan Tungkak	TPA Piyungan	TPA Barat Jembatan Layang	TPA Piyungan
TPS Magangan	TPA Piyungan	TPS Wisma Hartono	TPA Piyungan
TPS Pasar Pujokusuman	TPA Piyungan	TPS RS DKT	TPA Piyungan
TPS PDHI	TPA Piyungan		

pada pemodelan pemilihan lokasi pembuangan sampah, didapatkan hasil pada Tabel 2.

Berdasarkan pada hasil yang disajikan pada Tabel 2, didapatkan 65 TPS yang dialokasikan ke TPA Piyungan dengan total 87,97 ton sampah, sedangkan 8 TPS dialokasikan pada TPA Sidorejo dengan total 24,7 ton sampah. Dengan jumlah total sampah Kota Yogyakarta mencapai 112,67 ton, dimana sampah tersebut harus di buang ke TPA pada setiap TPS yang ada.

Pada perkembangannya dengan jarak pada masing-masing TPS ke TPA adalah tetap yakni 1069.583 km, dan adanya permintaan pengangkutan sampah pada masing-masing TPS meningkat hingga 55 %. Maka alokasi pemilihan tempat pembuangan sampah pada setiap TPS akan berubah. Peningkatan tersebut

ditujukan untuk memaksimalkan daya tapung TPA. Pada Tabel 4.2 Dengan total tumpukan sampah pada semua TPS menjadi 919,15 m³ atau setara dengan 174,64 ton sampah, maka dapat dilihat hasil alokasi pemilihan pembuangan sampah pada masing-masing TPS pada Tabel 3.

Hasil yang didapatkan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa 53 TPS yang dialokasikan pada TPA Piyungan dengan total sampah yang masuk sebesar 87.172 ton sampah. Dan 20 TPS dialokasikan pada TPA Sidorejo dengan total yang masuk sebesar 87.47 ton sampah. Total sampah Kota Yogyakarta dengan peningkatan sampah sebesar 55% adalah 174,64 ton sampah yang harus di buang pada TPA Piyungan dan Sidorejo.

Tabel 3. Hasil Pemilihan Alokasi TPS pada TPA dengan peningkatan sampah 55%

Lokasi TPS	Lokasi Pembuangan Sampah Terbaik	Lokasi TPS	Lokasi Pembuangan Sampah Terbaik
TPS Jl. Hayam Wuruk	TPA Sidorejo	TPS Koramil Kraton	TPA Piyungan
TPS Jl. Argolobang	TPA Sidorejo	TPS Keben	TPA Piyungan
TPS Jl. Lempuyangan Barat	TPA Piyungan	TPS Jl. Pramuka	TPA Piyungan
TPS Jl. Lempuyangan Timur	TPA Piyungan	TPS Tamansari	TPA Sidorejo
TPS Jl. Bausasran 1 & 2	TPA Piyungan	TPS Jl. Mungur Pengok	TPA Sidorejo
TPS Jl. Mangunsarkoro	TPA Piyungan	TPS Jl. Mungur Kusbini	TPA Piyungan
TPS Jl. Cantel 1 & 2	TPA Piyungan	TPS Jl. Kusbini	TPA Piyungan
TPS Jati	TPA Sidorejo	TPS Embung Langensari	TPA Piyungan
TPS RW 4 Bener	TPA Sidorejo	TPS Jl. Balapan	TPA Piyungan
TPS Jlagran	TPA Sidorejo	TPS Jl. Klitren	TPA Piyungan
TPS Pasar Senin	TPA Piyungan	TPS Belakang Duta Foto	TPA Piyungan
TPS Hotel Inna Garuda	TPA Piyungan	TPS Jl. Krasak Barat	TPA Piyungan
TPS DPRD DIY	TPA Piyungan	TPS Jl. Ungaran 1, 2, 3 & 4	TPA Piyungan
TPS Komplek Kepatihan	TPA Piyungan	TPS Jl. Patimura 1,...,7	TPA Piyungan
TPS Taman Budaya	TPA Piyungan	TPS Jl. Sabirin 1,...,6	TPA Sidorejo
TPS Komplek Gedung Agung	TPA Piyungan	TPS Jl. Nyoman Oka 1 & 2	TPA Piyungan
TPS Kleringan	TPA Sidorejo	TPS Komplek Balai Yasa 1,2, &3	TPA Piyungan
TPS Gondolayu 1 & 2	TPA Sidorejo	TPS Komplek Pamungkas	TPA Piyungan
TPS Demangan 1 & 2	TPA Piyungan	TPS Perikanan Sagan	TPA Piyungan
TPS Gowongan 1 & 2	TPA Sidorejo	TPS SMP 1	TPA Piyungan
TPS Pasar Serangan	TPA Sidorejo	TPS Telkom	TPA Piyungan
TPS Jl. Sisingamangaraja	TPA Piyungan	TPS SMP 5	TPA Piyungan
TPS Jembatan Tungkak	TPA Piyungan	TPA Barat Jembatan Layang	TPA Piyungan
TPS Magangan	TPA Piyungan	TPS Wisma Hartono	TPA Sidorejo
TPS Pasar Pujokusuman	TPA Piyungan	TPS RS DKT	TPA Piyungan
TPS PDHI	TPA Piyungan		

Dari pemodelan pemilihan lokasi pembuangan sampah akhir, dilakukan analisis sensitivitas dengan merubah parameter *demand* sampah pada TPS (d_i). Perubahan tersebut ditujukan untuk pengalokasian lokasi dengan adanya kenaikan *demand* dari kondisi *existing* hingga pada kapasitas maksimal daya tampung sampah pada lokasi pembuangan akhir sampah. Hasil alokasi TPS ke TPA berdasarkan perubahan kenaikan *demand* pada TPS dapat dilihat pada Tabel 4.

Pada kondisi saat ini 73 TPS yang ada di Kota Yogyakarta masih hanya dilayani oleh 1 TPA saja. Adanya usulan penambahan lokasi baru sebagai alternatif pilihan pembuangan sampah oleh keseluruhan TPS dengan mempertimbangkan jarak terdekat. Serta adanya

kenaikan *demand* sebesar 55% dapat mempengaruhi alokasi pengangkutan sampah pada TPS yang di angkut menuju TPA. Hal ini bertujuan untuk memaksimalkan kapasitas dari

Tabel 4. Analisis Sensitivitas dari kenaikan *demand* (d_i).

Total Demand (d_i)	Jumlah Alokasi TPS ke -		Jumlah Tonase sampah	
	Piyungan	Sidorejo	Piyungan	Sidorejo
112.67 (<i>Existing</i>)	73	0	112.67	0
112.67 (Lokasi baru)	65	8	87.97	24.70
174.64 (Naik 55%)	53	20	87.17	87.47

masing-masing TPA terhadap kenaikan *demand* pada setiap TPS. Dapat dilihat pada Tabel 4.5 perubahan *demand* secara signifikan mempengaruhi alokasi pemilihan tempat pembuangan akhir sampah di Kota Yogyakarta.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pemodelan pemilihan lokasi pembuangan akhir sampah dengan penambahan lokasi pembuangan baru. Total jarak minimum yang digunakan untuk alokasi penentuan TPA untuk masing-masing TPS di Kota Yogyakarta adalah 1069.583 km. Dengan alokasi seluruh TPS yang di angkut menuju masing-masing TPA dengan batasan kapasitas daya tampung TPA. Kenaikkan *demand* dapat mempengaruhi penentuan alokasi TPS yang akan di angkut oleh kendaraan menuju ke beberapa TPA.

Pada penelitian selanjutnya, pemodelan lokasi pemilihan tempat pembuangan sampah akhir ini dapat mempertimbangkan model penentuan letak fasilitas baru. Dan juga pemodelan alokasi ini dapat mempertimbangkan rute kendaraan yang mengangkut sampah dari TPS menuju TPA. Diharapkan penelitian selanjutnya dapat memperkaya keilmuan dalam pengembangan pemodelan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Buhrkal, K., Larsen, A., & Ropke, S. (2012). The Waste Collection Vehicle Routing Problem with Time Windows in a City Logistics Context. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 39, 241–254. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.03.105>
- Das, S., & Bhattacharyya, B. K. (2015). Optimization of municipal solid waste collection and transportation routes. *Waste Management*, 43, 9–18. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.06.033>
- Huang, S., & Lin, P. (2015). Vehicle routing – scheduling for municipal waste collection system under the “ Keep Trash off the Ground ” policy \$. *Omega*, 55, 24–37. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.02.004>
- Islam, Md. Mohibul., Ghosh, Sajal., Rahman, M. M. (2015). Solving Capacitated Vehicle Routing Problem by Using Heuristic Approaches : A Case Study. In *Global Engineering Science and Technology Conference*.
- Mulasari, Asti., Husodo, Adi Hereu., Muhadjir, N. (2016). A Situation Analysis Of Waste Problem In Yogyakarta Municipality Indonesia And The Policy Prevention. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 11(2). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15294/kemas.v11i1.3521>
- Ramdhani, M. N., Baihaqi, I., & Siswanto, N. (2018). Optimization of municipal waste collection scheduling and routing using vehicle assignment problem (case study of Surabaya city waste collection). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 337(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/337/1/012013>
- Sarajevo. (2015). *Waste Weight Determination*. <https://doi.org/ISSN 1840-488X>
- Sukirno, S. (1994). Pengantar Teori Ekonomi Makro. *Penerbit Raja Grafindo, Jakarta*.
- Sukirno, S. (2006). Teori Pengantar Ekonomi Makro. *Jakarta: PT Raja Grafindo Persada*.
- Usman, Y. V., Ismail, A. H., & Hidayah, N. Y. (2013). Pengembangan Model Pemilihan Lokasi Pembuangan Akhir Sampah Perkotaan (Studi Kasus : Kota Jakarta Timur), (April), 45–52.