



Penerapan Metode *Capacitated Maximum Covering Location Problem* (CMCLP) dalam Penentuan Lokasi Tempat Penampungan Sementara (TPS)

Fajar Muchti Firmansyah^{1✉}, Hilyatun Nuha¹, Hery Murnawan¹

⁽¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Surabaya, Indonesia

DOI: [10.31004/jutin.v8i3.46742](https://doi.org/10.31004/jutin.v8i3.46742)

✉ Corresponding author:
[fajarmuchti@gmail.com]

Article Info	Abstrak
<p><i>Kata kunci:</i> CMCLP; Optimasi; Pengolahan Sampah; Python</p>	<p>Kecamatan Mantup, Kabupaten Lamongan memiliki 7 Tempat Penampungan Sementara (TPS) yang tidak terintergrasi dengan Tempat Pengolahan Akhir (TPA) dan belum melayani 72 dusun atau sumber sampah. Hal tersebut menyebabkan adanya tumpukan sampah di area TPS dan beberapa tempat umum. Penentuan lokasi TPS bertujuan untuk mengoptimalkan layanan TPS agar dapat melayani seluruh sumber sampah dengan model matematis <i>Capacitated Maximum Covering Location Problem</i> (CMCLP) dan diselesaikan menggunakan Google Colab dalam bahasa pemrograman Python. Data yang dikumpulkan pada penelitian ini meliputi titik sumber sampah dan TPS beserta jarak antar kedua titik tersebut, kapasitas kendaraan pengangkut sampah, jumlah sampah yang dihasilkan berdasarkan pengambilan sampel SNI-19-3964-1994. Hasil model menunjukkan terdapat 8 lokasi TPS optimal yang terdiri dari 3 TPS sudah terbangun dan 5 TPS alternatif dapat melayani 72 sumber sampah dengan maksimal cakupan layanan sejauh 4 kilometer.</p>
<p><i>Keywords:</i> CMCLP; Optimization; Python; Waste Management</p>	<p>Abstract</p> <p><i>Mantup Sub-district, Lamongan Regency has 7 Temporary Waste Storage Facilities (TPS) that are not integrated with the Final Disposal Site (TPA) and have not served 72 hamlets or waste source. This causes piles of waste in the TPS area and several public places. Determining the location of the TPS aims to optimize the TPS service so that it can serve all waste sources with the mathematical model of the Capacitated Maximum Covering Location Problem (CMCLP) and is solved using Google Colab in the Python programming language. The data collected in this study include the points of waste sources and TPS along with the distance between the two points, the capacity of waste transport vehicles, and the amount of waste produced based on SNI-19-3964-1994 sampling. The model results show that there are 8 optimal TPS locations consisting of 3 TPS that have been built and 5 alternative TPS that can serve 72 waste sources with maximum service coverage of 4 kilometers.</i></p>

1. PENDAHULUAN

Penanganan sampah memiliki tantangan yang sulit hal itu disebabkan adanya pertumbuhan populasi yang menyebabkan peningkatan jumlah sampah yang dihasilkan setiap tahunnya (Firmansyah *et al.*, 2024). Volume, jenis, dan karakteristik sampah yang mengalami peningkatan disebabkan pertumbuhan penduduk serta kepadatan penduduk yang semakin meningkat. Pertumbuhan penduduk dan peningkatan kepadatan penduduk dapat menyebabkan berbagai persoalan terutama terkait pengelolaan sampah yang tidak didukung dengan tata kelola yang baik. Permasalahan tersebut dapat banyak ditemui di wilayah Indonesia dan salah satunya Kabupaten Lamongan.

Kabupaten Lamongan pada tahun 2024 menghasilkan sampah sebesar 201.686,44 ton dengan 51% merupakan sampah rumah tangga, 17% sampah pasar, sampah kawasan dan sampah perniagaan masing-masing 11%, serta sisanya berasal dari beberapa sumber sampah lainnya (KLHK, 2025). Presentase tersebut menunjukkan bahwa setiap masyarakat memiliki peranan penting dalam pengelolaan sampah namun tidak didukung dengan fasilitas pengelolaan sampah yang memadai. Data yang diperoleh melalui Satu Data Lamongan (2024) diketahui bahwa Kabupaten Lamongan memiliki 2 unit Tempat Pengolahan Akhir, 23 unit Tempat Penampungan Sementara (TPS), 16 unit gerobak motor dan 18 unit *dump truck*. Jumlah fasilitas tersebut menunjukkan bahwa 27 kecamatan di Kabupaten Lamongan terdapat beberapa wilayah yang tidak memiliki fasilitas pengelolaan sampah ataupun fasilitas yang tersedia di berbagai wilayah tidak terintegrasi. Salah satu wilayah tersebut adalah Kecamatan Mantup.

Kecamatan Mantup pada tahun 2025 memiliki 7 (tujuh) fasilitas TPS dan belum terintegrasi dengan 2 TPA yang ada di Kabupaten Lamongan. Sedangkan, Kecamatan Mantup memiliki wilayah administratif yang terdiri dari 15 desa dan 72 dusun dengan total 93.07 km² luas wilayah (BPS Kabupaten Lamongan, 2024). Hal tersebut menyebabkan 7 fasilitas TPS tidak dapat berfungsi secara maksimal, adapun lokasi fasilitas tersebut disajikan pada tabel berikut:

TPS hanya tersebar di 6 dusun dalam 5 desa dari 75 dusun di 15 desa. Hal itu menyebabkan TPS tidak menjalankan fungsinya dengan baik karena lokasi yang belum tentu strategis untuk menjangkau seluruh wilayah di Kecamatan Mantup. Selain itu, berdasarkan Permen PU Republik Indonesia Nomor 03 Tahun 2013 yang menjelaskan kriteria teknis fasilitas pengolahan sampah termasuk TPS tidak dipenuhi oleh 7 TPS di Kecamatan Mantup. Kondisi tersebut menyebabkan adanya penumpukan sampah di TPS tanpa penanganan lebih lanjut dan penumpukan sampah di beberapa fasilitas umum termasuk di area jalan raya, jembatan, bahkan sungai. Penumpukan sampah tersebut jika terus dibiarkan akan sangat mengganggu kenyamanan bahkan dapat berdampak langsung bagi kesehatan masyarakat. Sehingga, perlu langkah konkrit dalam penanganan masalah ini, dan salah satu langkah awal adalah penentuan lokasi TPS.

Hal tersebut mendukung penelitian ini yang bertujuan menentukan lokasi TPS yang strategis sehingga dapat melayani seluruh wilayah di Kecamatan Mantup dengan batasan cakupan layanan, jarak, dan kapasitas yang diselesaikan menggunakan bahasa pemrograman Python pada Google Colab.

Penentuan lokasi pada penelitian ini akan menggunakan metode *Capacitated Maximum Covering Location Problem* (CMCLP) yang telah diterapkan dalam beberapa penelitian sebelumnya. Metode CMCLP dipilih karena dalam model matematis yang dibangun akan mempertimbangkan kapasitas setiap TPS. Hal tersebut sejalan dengan penelitian ini yang bertujuan menentukan lokasi TPS yang strategis sehingga dapat melayani seluruh wilayah di Kecamatan Mantup dengan batasan beberapa batasan yang ditetapkan dan selesaikan menggunakan bahasa pemrograman Python pada Google Colab.

2. METODE

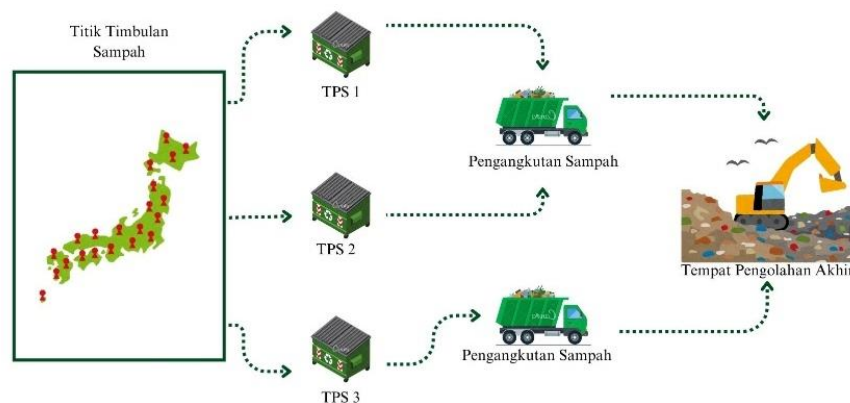
Olivia *et al.* (2020) menjelaskan bahwa metode *Maximum Covering Location Problem* (MCLP) digunakan dalam permasalahan penentuan fasilitas dengan batasan jangkauan layanan serta memperhatikan total jarak dan waktu yang dibutuhkan untuk menuju fasilitas atau jarak dan waktu yang konsumen tempuh menuju fasilitas. *Maximum Covering Location Problem* (MCLP) merupakan model matematis yang bertujuan memaksimalkan layanan terhadap populasi yang ada dengan jangkauan jarak atau waktu yang ditetapkan serta jumlah fasilitas terbatas (Zahra *et al.*, 2024). *Maximum Covering Location Problem* (MCLP) merupakan metode yang dikembangkan menjadi metode *Capacitated Maximum Covering Location Problem* (CMCLP) dengan pertimbangan kapasitas alokasi (Putri & Nuha, 2023). *Capacitated Maximum Covering Location Problem* (CMCLP) digunakan untuk meminimasi permintaan dengan jumlah tertentu yang tidak dapat dipenuhi oleh fasilitas yang tersedia

dengan beberapa fungsi kendala dan batasan berkaitan dengan kapasitas gudang, jumlah gudang yang akan dibangun (Wati & Nuha, 2018). Google Colab adalah *coding enviroment* bahasa pemrograman Python dengan format notebook, atau dengan kata lain Google Colab menjamin komputer secara gratis untuk membuat program di Google (Afianda, 2020). Adapun tahapan-tahapan penerapan metode *Capacitated Maximum Covering Location Problem* (CMCLP) dalam penentuan lokasi TPS adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data
Data yang digunakan pada penelitian ini terbagi menjadi data primer dan data sekunder, adapun data-data tersebut adalah:
 - a. Data kependudukan
 - b. Titik sumber sampah
 - c. Titik tempat penampungan sampah
 - d. Jarak titik sumber sampah ke titik tempat penampungan sementara
 - e. Kapasitas tempat penampungan sampah
 - f. Jumlah sampah yang dihasilkan
2. Perancangan Model Matematis
Model matematis *Capacitated Maximum Covering Location Problem* (CMCLP) yang dibangun terdiri dari variabel keputusan lokasi fasilitas, variabel alokasi permintaan ke TPS, fungsi objektif untuk memaksimalkan populasi tercakup, dan kendala kapasitas, jangkauan, dan jumlah fasilitas.
3. Permodelan Google Colab
Permodelan Google Colab dibangun berdasarkan model matematis *Capacitated Maximum Covering Location Problem* (CMCLP).
4. Verifikasi dan Validasi
Verifikasi model bertujuan mengetahui model matematis yang dibangun dapat diterjemahkan dan dijalankan serta menjamin bahwa tidak ada kesalahan dalam pemrograman maupun penulisan. Validasi bertujuan untuk memastikan bahwa model telah menggambarkan kondisi aktual di lapangan dan hasil dapat diterima
5. Hasil dan Pembahasan
Melakukan analisa dan pembahasan terhadap data maupun langkah-langkah yang diperlukan dalam penyusunan model dan melakukan perbandingan hasil lokasi TPS terpilih.
6. Penutup
Menyimpulkan hasil penelitian berdasarkan hasil yang telah dijalankan pada Google Colab serta menentukan rekomendasi tindakan yang dapat dikembangkan dalam penelitian selanjutnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah penting sebelum menentukan lokasi TPS adalah memahami tahapan pengolahan sampah yang direncanakan dalam menjalankan fungsi TPS dan digambarkan pada model konseptual berikut ini:



Gambar 1 Model Konseptual Pengolahan Sampah

Gambar 1 menjelaskan bahwa sumber sampah hanya akan dilayani oleh 1 (satu) TPS dengan pertimbangan batasan fungsi kendala yang dibangun pada model. Sampah yang ditampung di TPS kemudian diangkut oleh *dump truck* menuju TPA dengan alokasi beberapa TPS dalam satu *dump truck* maupun satu TPS

dalam satu *dump truck*. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengumpulan data, pengolahan data dan pembahasan, serta analisa perbandingan.

Pengumpulan Data

1. Data Kependudukan dan Titik Sumber Sampah

Data kependudukan setiap dusun diperoleh melalui Pemerintah Desa karena Pemerintah Kecamatan hanya memiliki data kependudukan setiap desa. Jumlah penduduk Kecamatan Mantup mencapai 44.658 jiwa yang tersebar di 72 dusun atau 72 titik sumber sampah. Titik sumber sampah sendiri merupakan koordinat pemukiman setiap dusun yang menggambarkan pusat aktifitas masyarakat dalam menghasilkan sampah. Data-data tersebut disajikan pada tabel berikut:

Tabel 1 Data Kependudukan dan Titik Sumber Sampah

Titik	Desa	Dusun	Latitude	Longitude	Jumlah Penduduk (jiwa)
T1	Sumberdadi	Sumberdadi	-7.32479	112.35555	653
T2	Sumberdadi	Kedungsumber	-7.31927	112.35725	652
T3	Sumberdadi	Babatan	-7.32469	112.36004	482
.....
T70	Sukobendu	Tlanak	-7.21307	112.31260	468
T71	Sukobendu	Ngembet	-7.20882	112.30864	725
T72	Sukobendu	Waru Lor	-7.19346	112.32491	354
Total					44.658

2. Titik Tempat Penampungan Sementara

Titik TPS merupakan titik TPS yang sudah dibuka dan titik TPS alternatif yang berada di Tanah Kas Desa (TKD) yang secara administratif dan teknis dapat digunakan sebagai lokasi alternatif TPS. Jumlah TPS pada penelitian ini sebanyak 21 TPS yang dan tersebar minimum 1 (satu) TPS di setiap desa dengan tujuan meningkatkan pemerataan, kemudahan akses, dan hasil yang optimal, adapun titik TPS disajikan pada tabel di bawah ini:

Tabel 2 Titik Tempat Penampungan Sementara

No	Alternatif	Latitude	Longitude	Dusun
1	TPS 1	-7.279913	112.35472	Mantup Selatan
2	TPS 2	-7.262849	112.35850	Tugu
3	TPS 3	-7.243772	112.34373	Soklan
....
19	TPS 19	-7.312217	112.33759	Banyuurip
20	TPS 20	-7.303216	112.33660	Kedukbembem
21	TPS 21	-7.262911	112.36257	Tugu

3. Jarak Titik Sumber Sampah ke Titik Tempat Penampungan Sementara

Jarak titik sumber sampah ke titik TPS dihitung menggunakan Google Maps untuk memperoleh jarak (kilometer) yang aktual dengan kondisi di lapangan, adapun hasil perhitungan disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 3 Jarak Titik Sumber Sampah keTitik TPS

Dusun	Titik	Titik TPS						
		1	2	3	...	19	20	21
Sumberdadi	T1	5,7	7,7	12,0	...	4,2	5,2	7,9
Kedungsumber	T2	4,8	6,8	11,1	...	3,3	4,3	7,0
Babatan	T3	5,3	7,3	11,5	...	3,7	4,8	7,5
.....
Tlanak	T70	10,9	8,9	5,7	...	17,0	15,2	8,8
Ngembet	T71	11,5	9,6	6,3	...	17,7	15,8	9,4

Dusun	Titik	Titik TPS						
		1	2	3	...	19	20	21
Waru Lor	T72	13,3	11,5	8,3	...	19,6	17,7	11,4

4. Kapasitas Tempat Penampungan Sementara

Diskominfo Lamongan (2022) menyebutkan bahwa Kabupaten Lamongan melalui pernyataan bupati telah menambah kendaraan pengangkut *dump truck* berkapasitas 5 ton dengan tujuan untuk percepatan pengangkutan sampah. Jannah (2021) menjelaskan bahwa kendaraan pengangkut sampah *dump truck* di Kabupaten Lamongan terdapat 14 rute pengangkutan sampah dengan kapasitas kendaraan sebesar 7 m³. (Dinas Lingkungan Hidup Lampung (2022) menyampaikan bahwa Kabupaten Lampung memiliki beberapa kendaraan pengangkut sampah dan salah satunya adalah *dump truck* berkapasitas 6 m³ atau 4 ton. Berdasarkan korelasi pada informasi tersebut penulis menetapkan bahwa TPS berkapasitas 4,5 ton.

5. Jumlah Sampah yang Dihasilkan

Perhitungan jumlah sampah yang dihasilkan setiap penduduk dilakukan dengan penambilan sampel. Penentuan jumlah sampel dihitung menggunakan salah satu persamaan pada SNI 19-3964-1994, adapun persamaan perhitungan tersebut adalah sebagai berikut:

$$S = C_d \sqrt{P_s} \quad (1)$$

dimana:

S = Jumlah Sampling (jiwa)

P_s = Populasi (Jiwa)

C_d = Koefisien perumahan

C_d Kota metropolitan dan besar = 1

C_d Kota sedang dan kecil = 0,5

Maka, perhitungan jumlah sampel sampah Kecamatan Mantup yang masuk pada klasifikasi kota sedang dan kecil adalah sebagai berikut:

$$S = 0,5 \sqrt{44.658}$$

$$S = 0,5 \times 211,3$$

$$S = 105,6 \text{ jiwa}$$

Hasil perhitungan jumlah sampel yang dibutuhkan tidak memenuhi nilai minimum sebesar 150 jiwa sehingga menggenapkan jumlah sampel menjadi 151 jiwa dalam 38 keluarga. Hal tersebut bertujuan memastikan validitas data, adapun hasil pengambilan sampel yang dilakukan pemerataan setiap desa adalah sebagai berikut:

Tabel 4 Hasil Pengambilan Sampel

No	Anggota Keluarga	Sampel Sampah Rumah Tangga (Kg)				
		Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5
1	3	0,950	1,435	1,395	1,015	1,120
2	7	2,350	2,595	2,905	2,195	2,005
3	3	0,875	1,055	0,950	1,025	0,830
.....
36	5	1,115	1,545	1,315	1,445	1,150
37	3	0,855	1,055	0,950	0,850	1,069
38	4	1,105	1,245	1,200	1,045	1,125
Total		42,015	49,940	49,715	42,705	43,263
Penduduk (Jiwa)		151				
Rata -rata sampah (kg/hari)		0,302				

Hasil pengambilan sampel pada Tabel 5 hanya dilakukan pengambilan sampel selama 5 hari berturut hal tersebut disebabkan oleh keterbatasan waktu, tenaga, dan biaya yang dimiliki peneliti.

Pengolahan Data

1. Formulasi Model Matematis

Indeks :

i = Titik sumber sampah

j = Titik TPS

$i \in J$ = Himpunan sumber sampah

$j \in J$ = Himpunan TPS

Parameter :

P = Jumlah TPS yang dibuka

d_{ij} = Jarak i ke j (km)

D_{max} = Jangkauan layanan TPS (km)

a_i = Jumlah sampah di i (kg/hari)

C_j = Kapasitas maksimum j (kg/hari)

T_j = Estimasi pemenuhan kapasitas j (hari)

Variabel Keputusan :

$y_j \in \{0,1\}$: 1 jika TPS dibangun di lokasi j ; 0 jika tidak

$x_{ij} \in \{0,1\}$: 1 jika i dilayani j ; 0 jika tidak

Fungsi Tujuan :

$$\text{Maximize } Z = \sum_{i \in J} \sum_{j \in J} a_i \cdot y_{ij} \quad (2)$$

Fungsi tujuan (2) adalah untuk memaksimalkan total sampah yang ditampung oleh fasilitas TPS.

Fungsi Kendala :

Jangkauan jarak

$$x_{ij} \leq a_{ij} \quad \forall i, j \quad (3)$$

dengan:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{jika } d_{ij} \leq D_{max} \\ 0 & \text{jika } d_{ij} > D_{max} \end{cases}$$

Setiap titik sumber sampah hanya dialokasikan ke 1 tps

$$\sum_{i \in I} y_{ij} \leq 1, \forall i \in I \quad (4)$$

Kapasitas TPS tidak boleh terlewat

$$\sum_{i \in I} a_i \cdot y_{ij} \leq 1, \forall i \in I \quad (5)$$

Jumlah maksimum TPS yang dibuka

$$\sum_{j \in J} x_j \leq P \quad (6)$$

TPS minimum menampung (20%) dari kapasitas

$$\sum_{i \in I} a_i \cdot y_{ij} \geq 0.2 \cdot C_j \cdot x_j \quad \forall j \in J \quad (7)$$

Sumber sampah hanya dialokasikan ke TPS yang dibuka

$$y_{ij} \leq x_j \quad \forall i, j \in J \quad (8)$$

Bineritas dan integritas variabel

$$x_j \in \{0,1\}, y_{ij} \in \{0,1\} \quad (9)$$

Fungsi Turunan :

Estimasi jumlah sampah di TPS terpilih

$$T_j = \sum_{i \in I} a_i \cdot y_{ij} \quad \forall j \in J \quad (10)$$

Estimasi waktu pemenuhan kapasitas TPS

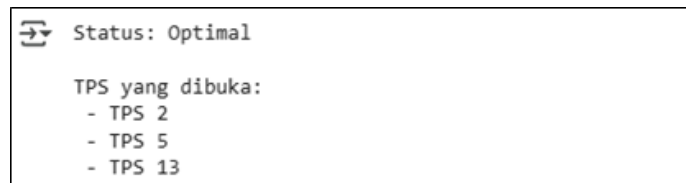
$$T_j \frac{c_j}{\sum_{i \in J} a_{ij} y_{ij}} \quad (11)$$

2. Permodelan Google Colab

Permodelan yang digunakan dalam penelitian ini dibangun dalam bahasa pemrograman Python. Permodelan dibangun berdasarkan model matematis dalam bentuk *notebook* yang terbagi menjadi 5 cell dan dijalankan secara bertahap dari *cell* pertama.

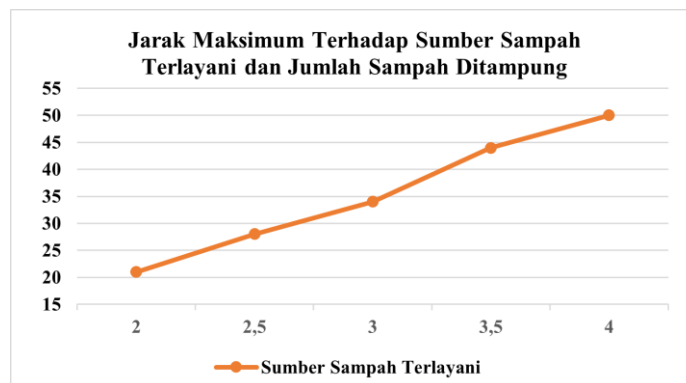
3. Verifikasi dan Validasi Model

Verifikasi dilakukan dengan tujuan memastikan bahwa pemrograman dalam bahasa Python dibangun dengan benar dan dapat dijalankan. Verifikasi diketahui melalui hasil Python yang telah dijalankan, adapun hasil verifikasi model adalah sebagai berikut sebagai berikut:



Gambar 2 Verifikasi Permodelan Google Colab

Gambar 2 menunjukkan dengan parameter jangkauan layanan TPS sejauh 2 km dan 3 yang dibuka TPS berstatus optimal sehingga model tersebut dapat dikatakan terverifikasi. Selanjutnya melakukan validasi yang bertujuan memastikan keakuratan dan ketepatan model, berikut merupakan hasil validasi model:



Gambar 3 Validasi Permodelan Google Colab

Gambar di atas menunjukkan dengan perubahan parameter jarak mulai dari 2 km sampah jarak 4 km akan meningkatkan jumlah sumber sampah yang akan ditampung di TPS. Oleh karena itu, model yang dibangun dapat telah tervalidasi.

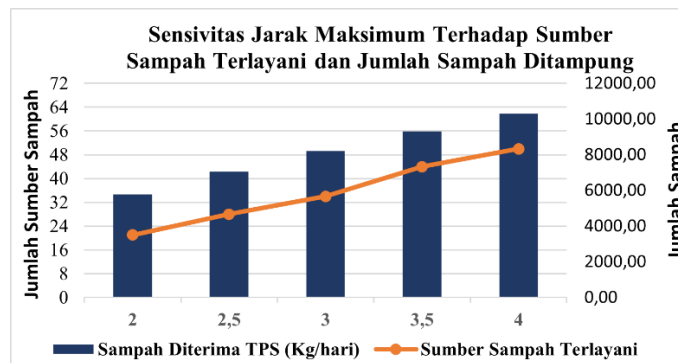
Analisis Sensivitas

Analisis sensitivitas merupakan metode yang dapat digunakan dalam mempengaruhi hasil dengan penyesuaian atau perubahan pada nilai parameter. Parameter yang akan dirubah pada penelitian ini adalah jarak jangkauan layanan dan jumlah TPS yang akan dibuka. Perubahan tersebut bertujuan memperoleh hasil yang optimal terhadap jumlah dan lokasi TPS, perubahan parameter dijelaskan sebagai berikut:

1. Jarak Titik Sumber Sampah ke Titik Tempat Penampungan Sementara

Perubahan parameter jarak titik sumber sampah bertujuan memperoleh jarak optimal layanan TPS untuk dijangkau titik sumber sampah. Perubahan parameter pada penelitian ini ditetapkan dengan membuka 3 TPS dengan jarak layanan 2 km – 4 km dengan selisih setiap parameter jarak adalah 500 meter atau 0,5 km. Penentuan jumlah TPS yang dibuka didasarkan pada jumlah sampah yang dihasilkan masyarakat yaitu 13.464,71 kg/hari

setidaknya dapat ditampung di 3 TPS berkapasitas 4,5 ton tanpa pertimbangan fungsi kendala yang ditetapkan. Hasil perubahan parameter tersebut ditampilkan sebagai berikut:

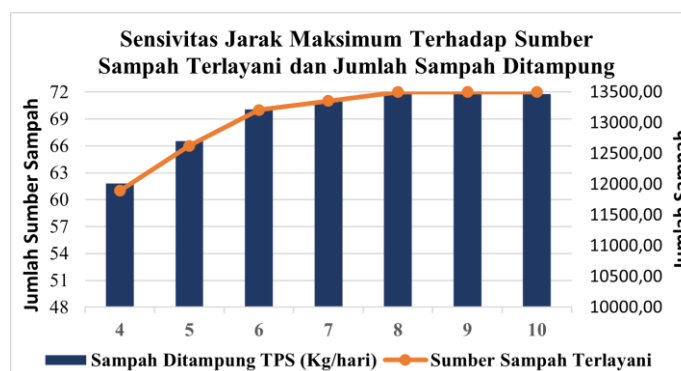


Gambar 4 Sensivitas Jarak Layanan Terhadap Sumber Sampah Terlayani dan Jumlah Sampah Ditampung

Hasil perubahan parameter pada Gambar 4 menunjukkan jarak layanan yang semakin jauh dapat melayani sumber sampah dan jumlah sampah yang lebih banyak. Hasil perubahan parameter juga menunjukkan tidak diperoleh hasil optimal yang dapat melayani seluruh sumber sampah dengan hasil tertinggi hanya dapat menampung sampah 10.313,65 kg/hari pada 50 sumber sampah. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis lebih lanjut dengan perubahan parameter jumlah TPS yang dibuka untuk dapat melayani seluruh sumber sampah.

2. Jumlah Tempat Penampungan Sementara yang Dibuka

Parameter jarak pada tahap analisis kedua ini dipilih dari jarak terjauh pada analisis sebelumnya, hal tersebut dikarenakan pada Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin jauh jangkauan layanan TPS maka semakin banyak sampah yang ditampung yang berasal dari sumber sampah. Gambar 4 menunjukkan jarak terjauh jangkauan layanan TPS adalah 4 km, adapun hasil perubahan parameter pada analisis sensitivitas ini adalah sebagai berikut:



Gambar 5 Sensivitas Jumlah TPS Dibuka Terhadap Sumber Sampah Terlayani dan Sampah Ditampung dengan Jarak 4 Km

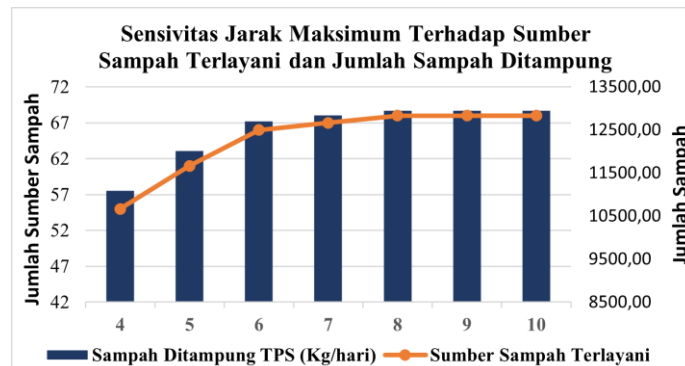
Perubahan parameter yang ditetapkan diperoleh hasil optimal, gambar 5 menunjukkan dengan jangkauan layanan sejauh 4 km dapat menampung sampah yang mencapai 13.464,91 kg/hari dalam 72 titik sumber sampah. Jumlah tersebut dapat diperoleh dengan membuka 8, 9, atau 10 TPS. Maka dari itu, hasil tersebut menunjukkan dengan membuka 8 TPS sebagai nilai paling optimal dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 5 TPS Terpilih

No	TPS	Waktu Pemenuhan Kapasitas	Lokasi		
			Latitude	Longitude	Dusun
1	TPS 1	1,62 hari	-7.279913	112.354725	Mantup Selatan
2	TPS 3	3,20 hari	-7.243772	112.343737	Soklan
3	TPS 4	3,73 hari	-7.223100	112.325919	Tunggun
4	TPS 5	4,24 hari	-7.215498	112.316272	Gagar
5	TPS 8	2,18 hari	-7.266098	112.387568	Sukowati

No	TPS	Waktu Pemenuhan Kapasitas	Lokasi		
			Latitude	Longitude	Dusun
6	TPS 16	1,67 hari	-7.313120	112.383718	Ngaglik
7	TPS 17	3,51 hari	-7.324830	112.354497	Sumberdadi
8	TPS 19	4,65 hari	-7.312217	112.337595	Banyuurip

Tabel 6 menunjukkan 8 TPS yang terdiri dari 3 TPS yang sudah dibangun dan 5 TPS alternatif yang berada pada TKD. Namun berdasarkan Gambar 4 terdapat beberapa parameter jarak yang perlu dilakukan analisis untuk mengetahui apakah ada nilai optimal lainnya. Parameter jarak yang dipilih adalah sejauh 3,5 km hal tersebut dikarenakan jarak tersebut merupakan jarak terjauh kedua, dengan hasil perubahan sebagai berikut:



Gambar 6 Sensivitas Maksimum TPS Dibuka Terhadap Sumber Sampah Terlayani dan Sampah Ditampung dengan Jarak 3,5 Km

Gambar 6 menunjukkan tidak adanya hasil optimal yang dapat melayani seluruh sumber sampah. Namun, hasil analisis ini diketahui bahwa dengan membuka 6, 7, 8, 9, dan 10 TPS tidak menunjukkan perubahan besar terhadap sumber sampah yang tidak terlayani, berikut merupakan sumber sampah tersebut:

Tabel 6 Sumber Sampah Tidak Terlayani

No	Sumber Sampah Tidak Terlayani				
	6 TPS Dibuka	7 TPS Dibuka	8 TPS Dibuka	9 TPS Dibuka	10 TPS Dibuka
1	T4	T58	T58	T58	T58
2	T58	T59	T59	T59	T59
3	T59	T60	T60	T60	T60
4	T60	T61	T61	T61	T61
5	T61	T72	-	-	-
6	T72	-	-	-	-

Tabel 7 menunjukkan terdapat 4 sumber sampah yang tidak dapat dilayani dengan perubahan parameter yang ditetapkan. 4 sumber tersebut adalah T48, T59, T60, dan T61 yang berada pada Desa Sumberbendo dengan sampah yang dihasilkan mencapai 517,69 kg/hari kurang dari 20% kapasitas TPS. Penyebab tidak terlayaninya titik tersebut disebabkan lokasi yang jauh dari beberapa lokasi sumber sampah atau TPS lainnya. Berdasarkan hal tersebut terdapat alternatif untuk memanfaatkan hasil tersebut dengan tidak memberlakukan beberapa fungsi kendala terutama dengan membuka 6 TPS dengan jarak layanan 3,5 km. Alternatif tersebut adalah dengan membuka 6 TPS terpilih dengan penambahan 1 TPS yang hanya melayani sumber sampah di wilayah Desa Sumberbendo dan mengatur T4 dan T72 untuk alokasikan ke TPS terdekat yang dibuka sehingga diperoleh hasil alternatif dengan membuka 7 TPS dengan jarak layanan 3,5 km, dimana hasil tersebut lebih optimal dari hasil analisis Gambar 5.

Analisa Perbandingan

Analisa ini bertujuan untuk membandingkan kondisi awal dengan kondisi setelah dilakukan penerapan metode CMCLP dalam penentuan lokasi TPS. Kecamatan Mantup pada awalnya memiliki 7 TPS dengan rincian lokasi yang disajikan pada Tabel 1. Hasil penyelesaian lokasi TPS diperoleh 8 TPS terpilih yang dapat dibuka dengan jarak layanan sejauh 4 km dan disajikan pada Tabel 6. 8 TPS tersebut terdiri dari 3 TPS yang terbangun

yaitu TPS 1, TPS 4, dan TPS 8 dengan 5 TPS alternatif yaitu TPS 3, TPS 5, TPS 16, TPS 17, dan TPS 19. Hal tersebut menunjukkan bahwa dengan ditetapkan jarak layanan dan jumlah TPS yang akan dibuka terdapat 4 TPS terbangun tidak terpilih. 4 TPS tersebut yaitu TPS 2, TPS 9, TPS 12, dan TPS 21 dapat dikatakan berada pada titik yang tidak strategis dengan diterapkannya beberapa parameter.

4. KESIMPULAN

Model yang dijalankan menunjukkan semakin jauh jangkauan layanan TPS dan semakin banyak TPS yang dibuka maka semakin banyak sumber sampah terlayani dan sampah yang ditampung. Selain itu, dengan penerapan beberapa fungsi kendala diperoleh fungsi optimal pelayanan terhadap sumber sampah dengan membuka 8 TPS dengan jangkauan layanan sejauh 4 kilometer yaitu TPS 1, TPS 3, TPS 4, TPS 5, TPS 8, TPS 16, TPS 17, dan TPS 19. Pengembangan penelitian di waktu mendatang dalam hal penentuan lokasi TPS sebaiknya dapat mempertimbangkan laju pertumbuhan penduduk, sampah yang dihasilkan selain rumah tangga, dan perubahan sensitivitas terhadap kapasitas TPS.

5. REFERENSI

- Afianda, N. (2020). *Klasifikasi Penyakit Skizofrenia Menggunakan Metode Backpropagation Neural Network (Bpnn)*. 11–12. <https://repository.uin-suska.ac.id/29650/>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Lamongan, J. T. (2024). *Kecamatan Mantup Dalam Angka 2024*. <https://lamongankab.bps.go.id/id/publication/2024/09/26/aedcd1e46986566ea4e87e31/kecamatan-mantup-dalam-angka-2024.html>
- Dinas Komunikasi dan Informatika Kabupaten Lamongan. (2022). *Percepat Angkut Sampah Liar Lamongan Tambah Armada Dump Truk*. Diskominfo. <https://diskominfo.lamongankab.go.id/posting/6803>
- Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Lampung (2022). *KAPASITAS ANGKUTAN KENDARAAN 2022*. DLH Lampung. <https://dlh.lampungprov.go.id/pages/kapasitas-angkutan-kendaraan-2022>
- Firmansyah, M., Rahmawati, N., & Donoriyanto, D. S. (2024). Alokasi Pengolahan Sampah Anorganik Dengan Menggunakan Maximum Covering Location Problem. *Tekmapro*, 19(2), 53–62. <https://doi.org/10.33005/tekmapro.v19i2.401>
- Jannah, W. (2021). Optimasi Rute Pengangkutan Sampah Di Kota Lamongan Dengan Menggunakan Metode Saving Matrix. *Indonesian Journal of Spatial Planning*, 1(2), 57. <https://doi.org/10.26623/ijsp.v1i2.3108>
- Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2025). *Data Pengelolaan Sampah & RTH*. SIPSN. <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/data/timbulan>
- Olivia, A., Sekar, H., & Lusiani, M. (2020). Analisis Penempatan Regulator Sector Jaringan Gas Rumah Tangga Berdasarkan Maximum Coverage Location Problem (Case Study: Jaringan Gas Rumah Tangga Kota Depok, Jawa Barat). *Jurnal Logistik Indonesia*, 5(1), 24–33. <https://doi.org/10.31334/logistik.v5i1.1182>
- Kementrian Pekerjaan Umum. (2013). *Permen PU Republik Indonesia Nomor 03/PRT/M/2013 Nomor 65(879)*, 2004–2006. <https://peraturan.bpk.go.id>
- Putri, V. A., & Nuha, H. (2023). Model Capacited Maximum Covering Problem Pada Pengalokasian Collection Center Di Struktur Reverse Logistic Sampah Polyethylene Terephthalate (Studi Kasus: Kota Surabaya). *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian Dan Karya Ilmiah Dalam Bidang Teknik Industri*, 9(2), 630. <https://doi.org/10.24014/jti.v9i2.22780>
- Satu Data Lamongan, J. T. (2024). *Data Sektoral*. Satu Data Lamongan. <https://satudata.lamongankab.go.id/admin/datapubliklist?start=21>
- SNI 19-3964-1994. (1994). Metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah perkotaan. *Badan Standardisasi Nasional*, 16.
- Wati, P. E. D. K., & Nuha, H. (2018). Pengembangan Model Capacitated Maximal Covering Location Problem (CMCLP) Dalam Penentuan Lokasi Pendirian Gudang. *Jurnal Teknik Industri*, 19(1), 21. <https://doi.org/10.22219/jtiomm.vol19.no1.23-29>
- Zahra, A. F., Industri, F. R., Telkom, U., Yulianti, F., Industri, F. R., Telkom, U., Giri, P., Kusuma, A., Industri, F. R., Telkom, U., Cimahi, K., Bogor, K., Tasikmalaya, K., Bantuan, G., & Multi-echelon, K. (2024). Penentuan Lokasi Optimal Gudang Bantuan Logistik Wilayah Jawa Barat Menggunakan Metode Maximal Covering Location Problem (MCLP). *E-Procceding of Engineering*, 11(4), 4484–4494.