

**ANALISIS PENENTUAN LOKASI TEMPAT PEMBUANGAN SEMENTARA
(TPS) SAMPAH DI KABUPATEN KLATEN DENGAN METODE P-
DISPERSION**



Disusun sebagai satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Strata-1 pada
Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Oleh:

Bella Brylian

D 600 140 062

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS PENENTUAN LOKASI TEMPAT PEMBUANGAN SEMENTARA (TPS) SAMPAH
DI KABUPATEN KLATEN DENGAN METODE P-DISPERSION**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

BELLA BRYLIAN

D 600 140 062

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Eko Setiawan, S.T., M.T., Ph.D

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PENENTUAN LOKASI TEMPAT PEMBUANGAN SEMENTARA (TPS) SAMPAH DI KABUPATEN KLATEN DENGAN METODE P-DISPERSION

OLEH

BELLA BRYLIAN

D 600 140 062

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Industri

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Jumat, 10 Agustus 2018

Dewan Penguji:

1. Eko Setiawan, S.T., M.T., Ph.D.

(Ketua Dewan Penguji)

(.....)

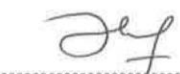
2. Ir. Mila Faila Sufa, M.T.

(Anggota I Dewan Penguji)

(.....)

3. Hafidh Munawir, S.T., M.Eng.

(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

Dekan,


Ir. Sri Sunariono, M.T., Ph.D
NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 9 Agustus 2018

Penulis



BELLA BRYLIAN

D 600 140 062

ANALISIS PENENTUAN LOKASI TEMPAT PEMBUANGAN SEMENTARA (TPS) SAMPAH DI KABUPATEN KLATEN DENGAN METODE P-DISPERSION

Abstrak

Pemanasan global yang terjadi saat ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya yaitu pengelolaan sampah yang tidak sesuai. Permasalahan sampah pasti dialami oleh semua daerah terutama pada daerah Kabupaten Klaten. Pertumbuhan masyarakat Klaten yang pesat menyebabkan volume sampah yang dihasilkan semakin besar. Adapun salah satu penyelesaian sampah ini, maka pihak DPU Klaten memberikan kesempatan untuk masyarakat agar membuat TPS dan didaftarkan kemudian pihak DPU akan melakukan pengangkutan sampah dari tiap-tiap TPS. Saat ini pada Kabupaten Klaten memiliki TPS sebanyak 107 dan 1 TPA (Tempat Pembuangan Akhir). Banyaknya TPS ini bukan suatu hal yang baik bagi pihak DPU, karena banyaknya TPS ini mengakibatkan biaya operasional akan lebih banyak pula. Dalam penyelesaian masalah ini, maka dilakukan penentuan lokasi TPS yang baik dengan metode *P-Dispersion*, kemudian dilakukan perbandingan dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan metode *P-Median* dan *P-Center*. *P-Dispersion* memiliki tujuan berupa memaksimalkan nilai waktu tempuh minimal untuk tiap fasilitas dengan bantuan *software Lingo 11*. Pengolahan data yang telah dilakukan menghasilkan waktu tempuh minimal sebesar 9 menit dengan TPS yang terpilih sebanyak 70 TPS. Perbandingan hasil ini dengan metode lain sangatlah berbeda, karena setiap metode memiliki tujuannya masing-masing. *P-Median* yang memiliki tujuan meminimalkan waktu tempuh rata-rata menghasilkan waktu maksimal sebesar 18 menit dan 72 TPS. *P-Center* yang memiliki tujuan meminimalkan waktu tempuh maksimal menghasilkan waktu maksimal 16 menit dengan 55 TPS terpilih. Keunggulan yang dimiliki setiap metode ini berbeda-beda tergantung dari tujuannya.

Kata kunci: Kabupaten Klaten, Lokasi-alokasi, *P-Center*, *P-Dispersion*, *P-Median*, Sampah, TPS.

Abstract

Global warming that occurs today can be caused by several factors, one of which is waste management that is not appropriate. Garbage problem must be experienced by all regions, especially in Klaten regency. The rapid growth of Klaten community has resulted in a larger volume of waste. As for one of these waste settlement, then the DPU Klaten provide an opportunity for the community to make waste transfer point (TP) and registered then the DPU will do the garbage transport from each polling station. Currently, Klaten regency has 107 TPs and 1 final disposal site. The number of TP is not a good thing for the DPU, because the number of TP this result in operational costs will be more as well. In solving this problem, good location of TP was determined by *P-Dispersion* method, then comparison with previous research using *P-Median* and *P-Center* method. *P-Dispersion* has the goal of maximizing the minimum travel time value for each facility with the help of *software Lingo 11*. Data processing has been done resulting in minimum travel time of at least 9 minutes with selected polling stations as much as 70 TPs. The comparison of these result with other methods is very different, because each method has its own purpose. *P-Median* which has the goal of minimizing the average travel time gives maximum time of 18 minutes and 72 polling stations. *P-Center* that has the goal of minimizing the maximum travel time to produce a maximum of 16 minutes with 55 selected TPs. The advantages of each method vary depending on the its purpose.

Keyword: Klaten Regency, Location-allocation, *P-Center*, *P-Dispersion*, *P-Median*, Waste, Waste Transfer Point (TP)

1. PENDAHULUAN

Dalam beberapa daerah dari desa hingga perkotaan pasti memiliki permasalahan yang sama untuk pengelolaan sampah. Pembuangan sampah sembarangan menjadi salah satu faktor penyebabnya, dan pertumbuhan masyarakat yang pesat mengakibatkan volume sampah yang dihasilkan akan lebih besar lagi (Munawir, 2015). Salah satu daerah yaitu Kabupaten Klaten yang terdiri dari 26 kecamatan dan penduduk yang berkisaran 1,4 juta ini berkontribusi sebagai daerah penyumbang sampah. Sampah yang melimpah akan menimbulkan bencana disekitar daerahnya, maka dari itu dibutuhkan beberapa penanganan.

Mengatasi masalah yang terjadi maka pihak DPU Klaten memberikan wewenang kepada masyarakat untuk membuat TPS dan didaftarkan untuk kemudian akan dilakukan pengangkutan sampah oleh DPU menuju TPA. Sampai saat ini TPS yang terdapat pada Kab. Klaten ini sebanyak 161 TPS yang terdiri dari TPS rumah tangga, rumah sakit/klinik, sekolah, pasar, dan lain sebagainya. Jumlah tersebut tidak termasuk TPS liar yang dibuat tanpa didaftarkan kepada pihak DPU. TPA (Tempat Pembuangan Akhir) sampah terdapat satu diwilayah Desa Mbiru Candirejo Kecamatan Ngawen dengan pengelolaan sampah *open dumping*.

Pengelolaan sampah ini dengan memberikan layanan fasilitas yang memadai, selain itu penentuan lokasi TPS yang tepat berdasarkan sumber sampah yang dihasilkan menjadi salah satu penanganan masalah sampah. Penentuan atau pengurangan TPS ini penting karena TPS yang ada dan tercatat oleh DPU memiliki jarak atau waktu tempuh yang berbeda-beda dari sumber sampah. Ini membuat waktu tempuh tiap sumber sampah tidak seimbang, padahal pembuangan sampah hingga pengelolaan TPS ini dibiaya oleh pribadi atau tidap kepala keluarga wajib memberikan iuran. Oleh karena itu, penentuan TPS ini digunakan untuk mendapatkan nilai waktu tempuh yang seimbang untuk semua sumber sampah. Penentuan TPS ini tidak hanya berdasarkan luas lahan tetapi juga mempertimbangkan jarak dan waktu, untuk menghasilkan lokasi yang maksimal. Seperti yang dijelaskan oleh Daskin (2008) ada suatu metode terkait lokasi dan alokasi yang dapat digunakan untuk meminimalkan biaya distribusi yaitu metode *P-Dispersion*.

P-Dispersion adalah suatu metode yang digunakan untuk menemukan fasilitas P pada suatu jaringan sehingga jarak pemisah minimum antara setiap pasang fasilitas terbuka yang dimaksimalkan (Kuby, 1987). *P-Dispersion* memiliki tujuan berupa memaksimalkan nilai minimal suatu waktu tempuh fasilitas. Fasilitas yang dimaksud adalah TPS, jadi waktu tempuh ini dari sumber sampah menuju TPS tertentu. Penyelesaian dengan metode ini membantu masyarakat dan pemerintah tidak

terlalu dirugikan karena permasalahan sampah, pengelolaan sampah di Kabupaten Klaten terkait aspek lokasi dan alokasinya perlu dilakukan pengkajian kembali sehingga permasalahan social terkait sampah ini dapat diatasi dengan optimal.

2. METODE

Penelitian ini melalui beberapa tahapan untuk dapat dilakukan analisis sesuai dengan tujuan yang dibuat antara lain:

2.1 Observasi awal

Awal penelitian dilakukan observasi langsung pada objek penelitian dengan melakukan kunjungan di DPU Klaten. Observasi ini bertujuan untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan oleh peneliti.

2.2 Identifikasi masalah

Tahapan ini dilakukan dengan wawancara langsung kepada pihak DPU dan masyarakat sekitar tentang masalah yang dialami terhadap sampah. Pencarian informasi difokuskan mengenai permasalahan lokasi TPS dan pengelolaan TPS.

2.3 Pengumpulan data

Data yang dikumpulkan adalah jumlah TPS, lokasi TPS, dan sumber sampah secara detail kepada pihak DPU Klaten. Berdasarkan data yang ada maka akan dilakukan verifikasi dan identifikasi langsung ke lapangan. Jumlah TPS yang digunakan untuk pengolahan data ini hanya sebanyak 107 karena TPS yang digunakan hanya TPS untuk sumber sampah rumah tangga dan sekolahan.

2.4 Pengolahan data

Pada tahapan ini dilakukan perumusan formulasi matematis dengan menggunakan kerangka *mixed integer linear programming* (MILP), sehingga dihasilkan formulasi matematis berdasarkan topik persoalan dengan metode *P-Dispersion*. Berikut merupakan formulasi dari *P-Dispersion*:

1) Variabel Input

W : waktu tempuh maksimum antara sumber sampah ke-i terhadap lokasi TPS ke-j

i : sumber sampah

j : lokasi TPS

I : jumlah keseluruhan sumber sampah ($I = \{1, \dots, N\}$)

J : jumlah alternatif lokasi TPS ($J = \{1, \dots, M\}$)

V_i : volume sumber sampah ke-i

T_{ij} : waktu tempuh antar sumber sampah ke- i terhadap TPS ke- j

P : jumlah TPS yang diharapkan

C_j : kapasitas TPS ke- j

2) Variabel Keputusan

$$X_j = \begin{cases} 1 & \text{bila kandidat lokasi TPS dipilih} \\ 0 & \text{bila tidak} \end{cases}$$

$$Y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{bila sumber sampah ke-}i \text{ dilayani TPS ke-}j \\ 0 & \text{bila tidak} \end{cases}$$

3) Fungsi Tujuan

Maximum W (a)

4) Fungsi Kendala

$$\sum_{j=J} X_j \leq p \text{ (b)}$$

$$\sum_{j=J} Y_{ij} = 1 \quad \forall i \in N \text{ (c)}$$

$$W - \sum_{j=J} T_{ij} Y_{ij} \leq 0 \quad \forall i \in N \text{ (d)}$$

$$\sum_{i=I} V_i Y_{ij} \leq C_j X_j \quad \forall j \in J \text{ (e)}$$

$$Y_{ij} - X_j \leq 0 \text{ (f)}$$

$$X_j \in \{0,1\} \quad \forall j \in J \text{ (g)}$$

$$Y_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i \in I, j \in J \text{ (h)}$$

5) Keterangan

- Fungsi tujuan pertama untuk memaksimalkan nilai minimum pada antar suatu fasilitas.
- Fungsi ini menjelaskan bahwa jumlah TPS terpilih dapat ditentukan.
- Fungsi ini menjelaskan untuk setiap sumber sampah akan dialokasikan pada satu TPS.
- Fungsi ini berkenaan dengan memaksimalkan waktu tempuh minimal antar sumber sampah dengan TPS.
- Fungsi berikutnya menjelaskan tentang volume sumber sampah yang dialokasikan tidak dapat melebihi kapasitas TPS yang ada.
- Fungsi ini menyatakan bahwa paling tidak terdapat satu TPS yang terpenuhi.
- Fungsi ini menjelaskan untuk penetapan TPS akan dipertahakan atau tidak.
- Fungsi ini menjelaskan bahwa sumber sampah ke- i dilayani atau tidak oleh TPS ke- j .

Pada formulasi model *p-dispersion* diatas dapat diketahui fungsi tujuan memaksimalkan jarak antara dua lokasi yang saling berdekatan. Fungsi batasan p sebagai banyaknya lokasi yang

ditentukan, menggambarkan lokasi yang sama pada wilayah yang berbeda dalam pemilihan lokasi, jika x_i atau x_j bernilai nol, maka tidak terikat oleh suatu batasan dan jika keduanya bernilai 1 maka batasan tersebut sama dengan $W \leq \sum_{j=j} T_{ij} Y_{ij}$, sebagai variabel keputusan.

Formulasi matematis yang ada kemudian dilakukan pengujian menggunakan *software Lingo* 11. Formulasi yang ada dipindahkan ke *software* tersebut dengan bahasa pemrograman yang sesuai. Setelah itu dilakukan solve atau pemecahan masalah yang akan menghasilkan *output* yang kemudian dapat dilakukan analisis.

2.5 Analisis

Output yang ditampilkan oleh *software Lingo* 11 langsung bisa dilakukan analisis hasil yang optimal berdasarkan metode *P-Dispersion*. Kemudian untuk lebih baik lagi dilakukan uji sensitivitas dari hasil peramalan data kependudukan untuk 7 tahun kedepan. Peramalan menggunakan *software Win Qsb*. Kemudian dibandingkan hasil optimal dari metode *P-Median*, dan *P-Center*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data TPS dan sumber sampah Kab. Klaten

Observasi dan pengumpulan data yang telah dilakukan mendapatkan data TPS sebesar 107 dari 161 TPS yang tercatat. Data TPS yang dikumpulkan hanya 107 karena dalam pengangkutan sampah dari TPS hingga TPA hanya akan dilakukan oleh TPS rumah tangga dan sekolah, selain itu pengangkutan dilakukan dengan kendaraan tersendiri. Kapasitas dari tiap TPS berbeda-beda sehingga menghasilkan total kapasitas sebesar 837 m³. Data TPS yang telah diperoleh kemudian diberikan notasi berupa X1 hingga X107.

Sumber sampah yang terdapat di Kabupaten Klaten ini sebanyak 101 dengan volume sumber sampah yang dihasilkan berbeda-beda. Sesuai dengan TPS yang hanya mengangkut sampah rumah tangga, maka sumber sampah yang digunakan untuk penelitian ini adalah sumber sampah dari rumah tangga dan pasar. Volume sumber sampah didapatkan dari jumlah penduduk pada tahun 2015 dan dikalikan dengan volume sampah yang dihasilkan per orang setiap harinya sebesar 2,5 liter. Total volume sampah untuk 101 sumber sampah adalah 440,6 m³.

3.2 Analisis *output P-Dispersion*

Output yang telah didapatkan dari *software Lingo* 11 kemudian dilakukan analisis. Penggunaan metode *P-Dispersion* ini menghasilkan nilai *objective value* sebesar 9 menit. *Objective value* yang didapatkan mengartikan bahwa sekurang-kurangnya jarak tempuh yang

akan dilalui oleh warga adalah 9 menit. Selanjutnya untuk TPS terpilih didapatkan 70 TPS baru dari data TPS yang lama sebesar 107, ini berarti terdapat pengurangan TPS tetapi TPS yang terpilih bukan lokasi TPS yang baru. Pengurangan ini menjadi salah satu tercapainya tujuan untuk penghematan dalam transportasi. Hasil rekapan dari *output* yang telah dianalisis dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Rekapan Hasil *Output* Metode *P-Dispersion*

No	Nomor Sumber Sampah Terpilih	Sumber Sampah	Volume Sumber Sampah	Simbol TPS Terpilih	Nama TPS	Kapasitas TPS	Total Volume	Waktu Tempuh
1	20	Dk. Jagalan	0.9					24
	92	Griya Prima	1	X1	Pasar Tajir	3	2.9	22
	93	Gading 1	1					23
	11	Pasar Temuwangi	2.5					47
2	67	Pasar Gayamprit	2.3	X2	Pasar Menggah	6	5.8	22
	69	Dk. Kaloran	1					23
3	84	Pasar Srago	12.5	X3	Pasar Wedi	20	12.5	13
4	46	Pasar Tanjung	6	X4	Pasar Gempol	6	6	41
	37	Desa Mondakan	8.2					33
5	89	Dk. Plombon 1	1	X5	Desa Gadungan	24	9.2	19
	29	Pasar Srowot	5					10
6	41	Dk. Karwingan	3.5	X6	Desa Pandes	9	8.5	24
7	71	Ds. Merbung 1	1	X8	Pasar Cawas	8	1	31
8	70	Dk. Sumberejo 1	1	X9	Dk. Kradenan	3	1	36
9	34	Dk. Drono	3.5	X12	Desa Jatipuro 1	4	3.5	9
10	68	Perum. Kota Baru	1	X13	Desa Jatipuro 2	4	1	19
11	6	Irobangan	0.7	X14	Desa Jatipuro 3	3	0.7	27
12	59	Pasar Ngendo	3.8	X17	Perum. Tambak Sari	4	3.8	35
13	95	Perumda Belangwetan 1	1	X18	Genengan 1	6	1	19
14	60	Dk. Gringing	0.8	X19	Genengan 2	4.5	0.8	30
15	58	Pasar Jurangjero	3	X21	Dk. Tambaksari	3	3	18
16	2	Pasar Menggah	3	X22	Dk. Jagalan	3	3	40
17	3	Pasar Wedi	6					17
	66	Dk. Jetis	1	X24	Ds. Ngrundul	8	7	18
18	65	Pasar Surowono	2.5	X25	Ds. Basin	3	2.5	55
19	64	Pasar Kembang	2.5	X26	Dk. Balang	3	2.5	16
20	73	Desa Danguran	9.9					13
	79	Ds. Glodogan	9.9	X27	Desa Plawikan	20	19.8	12
21	5	Desa Gadungan	6.3	X30	Pasar Manisrenggo	12	6.3	10
22	38	Dk. Ngeseng	3.5					33
	94	Perum. RSI	1	X31	Pasar Puhuwatu	9	4.5	23
23	53	Ds. Ciran	6.2	X32	Pasar Totogan	9	6.2	25
	31	Pasar Manisrenggo	5					41
24	50	Pasar Tegalondo	5.5	X37	Dk. Mondakan	12	11.5	24
	72	Perum. Danguran	1					22
25	80	Dk. Bendo	1	X45	Jombor 4	5	1	19
26	88	Sekarsuli	1.5	X50	Perum PNS	6	1.5	14
27	99	Rusunawa	19.4	X51	Pasar Pedan	20	19.4	23
28	14	Pasar Gentongan	7.5	X52	Ds. Sobayan	15	8.4	20
29	15	Perum. Kalikotes Baru	0.9					21
30	1	Pasar Tajir	3.9	X53	Pasar Karangdowo 1	8	3.9	42
31	35	Dk. Besole	3.5					16
	39	Perum Kurung 1	3.5	X54	Pasar Tanjung	8	7	21
32	13	desa jatipuro	9.9					31
	78	Perum Glodogan	1	X55	Pasar Serenan	12	10.9	52
33	4	Pasar Gempol	3.5	X58	Ds. Gatak	12	3.5	44
34	44	Pasar Karangdowo	3.6	X61	Perum. Karanganom 2	6.5	3.6	27
35	24	Ds. Ngrundul	9	X62	Pasar Jeblog	9	9	26
36	100	Pasar Plombon	1.8	X63	Pasar Jurangjero	4.5	1.8	13
37	30	Desa Srowot	7.6					43
	49	Desa Serenan	7.1	X64	Pasar Ngendo	15	14.7	46

No	Nomor Sumber Sampah Terpilih	Sumber Sampah	Volume Sumber Sampah	Simbol TPS Terpilih	Nama TPS	Kapasitas TPS	Total Volume	Waktu Tempuh
38	47	Desa Tanjung	7.1	X67	Pasar Gabus	7.5	7.1	39
39	87	Sendangan Mojayan 1	1.5	X68	Pasar Mranggen	4.5	1.5	22
40	76	Dk. Tegalyoso	1	X69	Pasar Kembang	6	1	24
41	26	Dk. Balang	1	X70	Pasar Surowono	6	1	34
42	25	Ds. Basin	9	X72	Dk. Jetis	9	9	9
43	54	Dk. Cakeran	2.7					30
	90	Pasar Gergunung	2.5	X73	Pasar Gayamprit	6	5.2	9
44	86	Srago Gede	1.5	X75	Dk. Kaloran	4	1.5	11
	42	Perum PNS	8.2					19
45	82	Ds. Gumulan	33.4	X76	Dk. Sumberejo 1	60	42.6	10
	91	Dk. Gergunung	1					12
46	40	jombor	8.2					17
	51	Perumahan Citra	2.7	X77	Ds. Merbung 1	12	10.9	36
47	23	Dk. Prigi Wetan	0.9	X78	Perum. Danguran	6	0.9	19
	9	Pasar Cawas	9.8					35
48	36	Pasar Klepu	1.5	X80	Gudang Sumberejo	16	11.3	20
	10	Dk. Kradenan	1.1					27
49	101	Perum. Klaten Kencana	1	X81	Ds. Trunuh	6	2.1	16
50	7	desa pandes	6.3					13
	12	Pasar Babad	2.5					25
51	33	Pasar Totogan	4.1	X82	Dk. Tegalyoso	20	18.9	13
	48	Pasar Serenan	6					44
52	96	Perumda Belangwetan 2	1	X85	Ds. Glodogan	2	1	19
	97	Perumda Belangwetan 3	1					20
53	98	Dk. Belangwetan	1	X86	Dk. Bendo	4	2	20
54	63	Pasar Mranggen	2.5	X88	Ds. Gumulan	6	2.5	21
55	75	Ds. Trunuh	9.9	X89	Sungkur	16	9.9	17
56	85	Pasar Klaten	15	X90	Pasar Srago	16	15	9
	52	Ds. Gatak	6.2	X92	Srago Gede	7.5	7.2	24
	74	Gudang Sumberejo	1					17
58	62	Pasar Gabus	2.5	X93	Sendangan Mojayan 1	6	2.5	23
59	22	Perum. Giya Cipta	0.9	X95	Dk. Plombon 1	4	2.4	11
	83	Sungkur	1.5					10
60	43	Pasar Pedan	18					16
	77	Ds. Tonggalan/Kali Golok	9.9	X96	Dk. Plombon 2	28	27.9	12
61	8	Pasar Bayat	5.5					25
	45	Pugeran	5.1	X97	Pasar Gergunung	12	10.6	30
62	28	Pasar Kraguman	7.9					22
	57	Pasar Jeblog	3.2	X98	Gading 1	12	11.1	19
63	56	Perum. Karanganom 2	2.2					11
	81	Dk. Padangan	1					22
65	61	Pasar Sapi	2.5	X100	Perumda Belangwetan 1	3	2.5	16
66	16	Perum. Tambak Sari	0.9	X101	Perumda Belangwetan 2	4	0.9	9
	17	Genengan	0.9					16
67	55	Perum. Karanganom 1	2.2	X102	Perumda Belangwetan 3	4	3.1	13
	18	Dk. Gatak 1	1.8					9
68	19	Dk. Tambaksari	3.4	X103	Dk. Belangwetan	6	5.2	9
	27	Desa Plawikan	9.6					17
69	32	Pasar Puhuwatu	4.8	X104	Rusunawa	16	14.4	16
70	21	Dk. Tebon Gede	0.9	X106	Perum. Klaten Kencana 1	6	0.9	10

Metode *P-Dispersion* memiliki tujuan yaitu memaksimalkan nilai minimum atau sesuai dengan persamaan (a), ini berarti nilai yang dimaksud adalah waktu tempuh dari sumber sampah menuju TPS. Tujuan tersebut maka menghasilkan waktu tempuh yang maksimal, dan sesuai *output software Lingo 11* didapatkan nilai *objective value* sebesar 9 yang artinya waktu tempuh yang dihasilkan minimal adalah 9 menit.

Fungsi kendala pada persamaan (b) merupakan fungsi untuk mengurangi TPS yang telah ada. P pada persamaan tersebut merupakan TPS yang ada saat ini atau sebesar 107, jadi sesuai persamaan tersebut maka akan menghasilkan TPS kurang dari 107, sehingga didapatkan TPS

sebesar 70. Hasil *output* hanya akan menampilkan sumber sampah menuju 1 TPS saja, jadi 1 sumber sampah hanya akan memilih 1 TPS saja. Ini berarti sesuai dengan persamaan (c) pada fungsi kendala *P-Dispersion*. Akan tetapi, 1 TPS dapat dipilih oleh beberapa sumber sampah asalkan tidak melebihi kapasitas dari TPS sesuai dengan persamaan (e).

Adanya pengalokasian sumber sampah menuju TPS yang berbeda dari awal, misalnya pada sumber sampah yang awalnya dialokasikan pada TPS desa tersebut berubah menuju TPS yang lebih jauh dari sebelumnya akan lebih memberatkan masyarakat. Hal tersebut disebabkan karena formulasi matematis metode *P-Dispersion* tidak mempertimbangkan sumber sampah tertentu wajib dialokasikan ke TPS tertentu, dan hanya mempertimbangkan waktu tempuh yang ada, volume sumber sampah, dan kapasitas TPS. Akan tetapi, tujuan utama dari penelitian ini adalah adanya kontribusi pengurangan TPS yang ada sesuai dengan metode *P-Dispersion*. Tidak hanya itu, penelitian ini juga untuk dilakukan perbandingan dari kedua metode lainnya yaitu *P-Median* dan *P-Center*. Metode-metode mana yang tepat untuk diterapkan pada pengurangan TPS di kabupaten Klaten ini.

3.3 Analisis perbandingan metode *P-Median*, *P-Center*, dan *P-Dispersion*

Perbandingan metode ini diantaranya terhadap metode *P-Median*, *P-Center*, dan *P-Dispersion*. Ketiga metode tersebut memiliki fungsi yang berbeda-beda, untuk metode *P-Median* memiliki fungsi untuk meminimalkan waktu tempuh rata-rata antara sumber sampah dan TPS. Metode *P-Center* memiliki tujuan untuk meminimalkan waktu tempuh yang maksimal. Metode *P-Dispersion* bertujuan untuk memaksimalkan waktu tempuh yang minimal. Perbedaan fungsi dari ketiga metode ini maka dilakukanlah analisis perbandingan dari hasil *output* yang didapatkan. Analisis perbandingan ini dibagi dalam beberapa jenis diantaranya adalah sebagai berikut:

1) Sudut pandang waktu tempuh

Sudut pandang waktu tempuh yang dihasilkan dari ketiga metode ini berbeda-beda. Waktu tempuh untuk metode *P-Median* menghasilkan nilai waktu tempuh 18 menit. Sesuai dengan tujuan *P-Median* yaitu meminimalkan waktu tempuh rata-rata berarti nilai 18 menit ini merupakan waktu tempuh paling jauh yang akan dilalui oleh warga. Metode *P-Center* menghasilkan nilai waktu tempuh 16 menit, sesuai dengan tujuan metode ini yaitu meminimalkan waktu tempuh yang maksimal maka 16 menit ini merupakan waktu tempuh terlama antar sumber sampah hingga TPS yang terpilih. Sedangkan metode *P-Dispersion*

memiliki tujuan yang berbeda yaitu memaksimalkan waktu tempuh minimal dan menghasilkan nilai 9 menit. Waktu tempuh 9 menit ini merupakan nilai waktu tempuh paling cepat yang akan dilalui warga, sedangkan dari hasil rekapan nilai paling lama dari metode ini adalah 55 menit. Waktu tempuh 55 menit ini yang dapat dibandingkan dengan nilai 16 menit dan 18 menit. Berdasarkan waktu tempuh yang paling lama dapat diketahui metode *P-dispersion* menjadi paling lama diantara lainnya.

Waktu tempuh untuk nilai yang paling kecil dari metode *P-median*, *P-Center*, dan *P-Dispersion* dapat diketahui yaitu secara urut sebesar 1 menit, 1 menit, dan 9 menit. Waktu tempuh tercepat diperoleh pada metode *P-Median* dan *P-Center*. Berdasarkan tujuan dari setiap metode maka memang nilai minimal waktu tempuh pada *P-Dispersion* tidak mungkin lebih kecil dari metode lainnya, sebaliknya untuk nilai maksimal dari waktu tempuhnya.

Total waktu tempuh *P-Median*, *P-Center*, dan *P-Dispersion* menghasilkan nilai secara urut sebesar 361 menit, 1122 menit, dan 2279 menit. Jadi untuk total waktu paling kecil pada metode *P-Median* sebesar 361 menit. Jadi untuk menentukan waktu yang tepat bergantung pada kebutuhan yang ada.

2) Sudut pandang total waktu tempuh terbobot volume

Perbandingan total waktu tempuh terbobot volume didapatkan hasil total waktu tempuh pada metode *P-Center* mencapai 4627,3 m³menit, metode *P-Median* mencapai 2138 m³menit, dan metode *P-Dispersion* mencapai 6234 m³menit. Hal tersebut menunjukkan metode *P-Median* lebih baik dibandingkan dengan metode yang lainnya, karena metode *P-Median* mempertimbangkan total waktu tempuh dan memiliki fokus untuk meminimalkan waktu tempuh rata-rata terbobot pada volume.

3) Sudut pandang alokasi TPS

Penyebaran alokasi sumber sampah menuju TPS berbeda-beda. Pada ketiga metode memiliki kesamaan yaitu terdapat beberapa sumber sampah yang dialokasikan ke TPS yang jauh dari biasanya. Misalkan yaitu sumber sampah A yang biasanya dialokasikan ke TPS A dengan waktu tempuh 10 menit, kemudian harus dialihkan ke TPS B dengan waktu tempuh 15-18 menit. Hal ini terjadi karena pada ketiga metode tidak ada batasan untuk mengalokasikan sumber sampah pada lokasi tertentu. Namun terdapat pula perbedaan pengalokasian pada ketiga metode yaitu pada metode *P-Center* alokasi sumber sampah dialokasikan tidak akan melebihi waktu maksimal yaitu 16 menit, kemudian pada metode *P-*

Median alokasi dengan waktu tempuh rata-rata jadi waktu tempuhnya tidak jauh beda dengan kondisi awal yaitu rata-rata 1-10 menit, sedangkan *P-Dispersion* minimal waktu tempuh adalah 9 menit.

3.4 Analisis sensitivitas dan perbandingannya

Hasil analisis pada metode *P-Dispersion*, *P-Center* dan metode *P-Median* memiliki beberapa perbedaan dan kesamaan. Kesamaan yang terjadi yaitu perubahan alokasi pada tahun 2022. Hal ini disebabkan oleh perubahan pada variabel volume sumber sampah. Perbedaan alokasi dan jumlah TPS terpilih tidak mengartikan hasil alokasi dan jumlah pada tahun 2015 tidak optimal. Perbedaan antara metode ketiga metode tersebut pada nilai *objective value* yang berbeda tetapi dalam metode *P-Dispersion* dan *P-Center* akan menghasilkan nilai *objective value* yang sama antara tahun 2015 dan tahun 2022, sedangkan metode *P-Median* memiliki nilai *objective value* tahun 2022 yang berbeda dengan hasil 2015. Dengan demikian terdapat indikasi awal bahwa metode *P-Dispersion* dan *P-Center* cenderung memiliki hasil *objective value* lebih stabil dibandingkan *P-Median*.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Hasil pengalokasian pada tahun 2015 yaitu sebanyak 70 TPS terpilih dari 107 TPS yang ada, dengan kapasitas total sebesar 627 m³/hari dan volume sumber sampah total yaitu 444 m³/hari.
- 2) Sesuai hasil *output software Lingo 11* maka dapat diketahui nilai *objective value* pada tahun 2015 sebesar 9 menit. Berarti dengan fungsi tujuan metode *P-Dispersion*, 9 menit merupakan nilai minimal waktu tempuh dari sumber sampah menuju TPS.
- 3) Analisis sensitivitas dengan melakukan peramalan berdasarkan volume sumber sampah 7 tahun kedepan didapatkan alokasi yang berbeda, dengan jumlah TPS terpilih yaitu 65 TPS.
- 4) Terdapat perbedaan pada tahun 2015 dan 2022 namun memiliki hasil *objective value* yang sama yaitu 9 menit, namun alokasi tahun 2015 dikatakan optimal karena dapat menampung volume sumber sampah tahun 2022 dengan waktu tempuh maksimal yang sama.
- 5) Metode *P-Dispersion* tidak dapat dikatakan lebih baik dalam penentuan alokasi TPS dibandingkan metode *P-Center* dan *P-Median* berdasarkan waktu tempuh minimal dan maksimal maupun total waktu tempuh yang dihasilkan untuk semua sumber sampah menuju

TPS. Metode yang baik merupakan metode yang sesuai dengan tujuan awal dari suatu penelitian.

- 6) Ketiga metode memiliki kesamaan yaitu alokasi dari sumber sampah A yang awalnya dibuang ke TPS A menjadi dialokasikan ke TPS B yang jaraknya lebih jauh dari biasanya.

4.2 Saran

Berikut merupakan saran yang diberikan dan dapat dipertimbangkan berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, antara lain:

- 1) Pada penelitian ini belum mempertimbangkan dari sisi biaya, maka pada penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan sisi biaya.
- 2) Pengelolaan sampah dilakukan dengan menekan sampah pada sumbernya oleh pihak DPU Kab Klaten dengan mendirikan TPST pada TPS sekaligus.
- 3) Dilakukan verifikasi pada kondisi TPS yang ada seperti lokasi, dan lain sebagainya untuk penelitian selanjutnya.
- 4) Diberikan fasilitas transportasi yang memadai seperti TPS *mobile* guna mempercepat jalannya pengelolaan sampah di Kab. Klaten.

DAFTAR PUSTAKA

- Chandra, Budiman. 2006. Pengantar Kesehatan Lingkungan. Jakarta: EGC.
- Daskin, M. S. 1995. Network and Discrete Location: Models, algorithms, & Applications. Wiley. New York.
- Daskin, M. S. 2013. The P-Median Problem. University of Michigan, USA.
- Erkut, Erhan. 1989. The Discrete P-Dispersion Problem. European Journal of Operational Research.
- Hakim, Fadil Rahman, Taufik Hasan, dan Rendy Munadi. 2015. Analisis Penerapan Network Sharing dan Tekno Ekonomi Biaya Investasi CAPEX & OPEX. Stmik Amikom Yogyakarta.
- Kuby, Michael J. 1987. Programming Models for Facility Dispersion: The P-Dispersion and Maxisum Dispersion Problems. Geographical Analysis Vol.19 No.4.
- Mukono. 2006. Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan. Surabaya: Airlangga University Press.
- Munawir. 2015. Bank Sampah: Upaya Pemberdayaan Masyarakat Dan Penanganan Lingkungan. Jurnal Bisnis dan Manajemen 2015 Vol.01 No.01.
- Notoatmodjo, S. 2003. Ilmu Kesehatan Masyarakat “Prinsip-prinsip Dasar. Jakarta: Rineka Cipta.
- Pannel, D. 1997. Sensitivity Analisis: Strategies, Methods, Concepts, Excmamples. School of Agricultural and Resource Economic. University of Western Australia.
- Paramitha, Praditsya. 2017. Penentuan Lokasi Alternatif Tempat Penampungan Sementara (TPS) Sampah di Kabupaten Klaten dengan Metode Set Covering. Jurusan Teknik Industri. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Pisinger, David. 1999. Exact Solution of P-Dispersion Problems. University of Copenhagen, Denmark.
- Prokopyev, Oleg A, etc. 2008. The Equitable Dispersion Problem. European Journal of Operational Research.
- Putra, Alfa Novian H. 2017. Penerapan Metode P Median dalam Penentuan Lokasi Optimal Tempat Penampungan Sementara (TPS) Sampah di Kabupaten Klaten. Jurusan Teknik Industri. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sayyady, Fatameh, etc. 2015. P-median and P-Dispersion Problems: A Bi-criteria Analysis. Computers & Operations Research.
- Soemirat, Slamet. 2009. Jenis Dan Karakteristik Sampah. Jogjakarta.
- Susanta, Gatut dan Sutjahjo Hari. 2007. Akankah Indonesia Tenggelam Pemanasan Global. Depok: Penebar Plus+.