

Optimasi Alokasi Sistem Pengolahan Sampah Anorganik Dengan Metode Capacitated Maximum Covering Location Problem

Agustinus Silalahi*, Christine Natalia, Eva Angelika Zefanya, Wibawa Prasetya

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya
Jalan Raya Cisauk, Sampora, Cisauk, BSD City, Tangerang, Banten 15345

Article Info

Article history:

Received
12 April 2022

Accepted
28 Juni 2022

Keywords:

Capacitated Maximum
Covering Location
Problem, Parameter
Jarak, Mix Integer
Programming, Branch
and Bound

Abstract

Province X in Indonesia has a significant problem with trash that has been challenging to address. The Environment Agency therefore desires to construct an inorganic Trash Management System. The Environment Agency has four potential locations with various capacities. The purpose of this research is to locate a trash treatment system's best possible site and allocate each TPS that is less than 30 km and more over 30 km from the chosen system, respectively, to ensure that the overall distance traveled is as little as possible. There are four possible locations, and it required to select three of them. This study use the LINGO 18.0 software to solve the Capacitated Maximum Covering Location Problem (CMCLP) approach. Distance parameters used by CMCLP are split into two stages. The first stage is to determine the location of the trash treatment system to be built and the allocation of trash and the amount of trash from each TPS using Mix Integer Programming. B is not chosen out of the options, which are A, B, C, and D. System A will receive 1,407,520 tons of trash totaling 24 TPS. System C receives trash from 147 TPS weighing 1,294,495 pounds. System D will receive trash weighing 819,142 tons from 88 TPS. The allocation of trash from TPS that are more than 30 km away takes place in the second stage. Three TPS are assigned to System A, and seven TPS are assigned to System D.

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan masyarakat yang semakin meningkat dari tahun ke tahun diimbangi dengan pertumbuhan sampah yang tidak lagi dibutuhkan oleh manusia. Hal ini mengakibatkan sampah menjadi salah satu permasalahan yang sulit dipecahkan. Oleh sebab itu, direncanakanlah pembuatan fasilitas pengolahan sampah. Tersedia empat kandidat lokasi yang harus dipilih menjadi tiga. Penentuan lokasi merupakan salah satu masalah yang sangat penting dalam bidang optimasi dan pada umumnya solusinya berfokus kepada penempatan fasilitas yang dapat mngoptimalkan waktu distribusi, jarak, biaya transportasi atau parameter lainnya (Daskin, 2013).

Maximal Covering Location Problem (MCLP) adalah model klasik dari literatur ilmu lokasi yang telah ditemukan penerapannya secara luas (Snyder & Haight, 2016). MCLP diperkenalkan tahun 1974 oleh ReVelle dan Church (Church & Revelle, 1975) yang bertujuan untuk menemukan sejumlah fasilitas untuk memaksimalkan kebutuhan pada dari semua titik permintaan. Guarin mengimplemenasikan MCLP untuk penentuan lokasi patrol polisi di

Medell'in, Kolombia (Guarin et al., 2015) menggunakan bantuan *Google Maps Application Programming Interface (API)* untuk memperkirakan waktu tempuh rata-rata antara unit polisi di tempat kejadian kriminal. Dell'olmo mengembangkan model optimasi MCLP dengan multiperiod (Dell'Olmo et al., 2014) yang memaksimalkan cakupan pada seluruh horizon waktu yang dipertimbangkan untuk pengendalian kecelakaan mobil menggunakan kamera pengamanan di persimpangan Roma. Furuta mengaplikasikan MCLP untuk penentuan lokasi tempat pertemuan helicopter yang optimal dan pemilihan rumah sakit secara bersamaan di Jepang dengan 2 kriteria cakupan dimana total permintaan dibobotkan menurut jenis cakupan berdasarkan waktu tempuh (Furuta & Tanaka, 2014) . MCLP juga dapat dikembangkan menjadi *Multi-Coverage Dynamic Maximal Covering Location Problem*. Porras melakukan generalisasi MC-DMCLP yang memiliki fasilitas bervariasi, dimana masing-masing dari tipe yang ada memiliki cakupan jarak berbeda (Porras et al., 2019).

Selain menggunakan parameter waktu, MCLP juga dapat menggunakan parameter jarak. Uncua, et

*Corresponding author. Agustinus Silalahi
Email address: agustinus.silalahi@atmajaya.ac.id

al menggunakan *Distance Restricted Maximal Covering Location Problem* untuk penjadwalan menentukan apotek mana yang harus dibuka yang diimplementasikan di Turki di Adana (Uncu et al., 2018). Masih pada bidang kesehatan, Moore, et al melakukan penelitian tentang penentuan fasilitas dan layanan sistem kesehatan hierarkis di Honduras dengan menggunakan *linear programming* (Moore & ReVelle, 1982) untuk menyediakan layanan dalam jarak yang sesuai. Metode *a biobjective mathematical programming* dikembangkan oleh Mitropoulos, et al dalam penelitiannya (Mitropoulos et al., 2006) untuk meminimalkan jarak antara pasien dan fasilitas puskesmas serta pemerataan puskesmas di antara warga di daerah Yunani Barat.

MCLP tidak hanya menentukan lokasi untuk fasilitas tetap namun dapat dilakukan perhitungan untuk lokasi cadangan. Pirkul, et al yang memperhitungan titik lokasi untuk ambulans yang dibutuhkan secara darurat dengan menggunakan metode *lagrangian relaxation* dan mengembangkan prosedur solusi heuristik (Pirkul & Schilling, 1989). MCLP dapat ditambahkan dengan faktor dana seperti penelitian oleh Johanna Leight et al (Leigh et al., 2019). Metode *kernel density estimation* digunakan untuk mengarahkan rute patroli secara *real-time* dengan menargetkan area yang memiliki tingkat kejahatan tinggi serta memaksimalkan cakupan permintaan serta mempertimbangkan efisiensi dari sumber daya. Banyak literatur *location covering problems* hanya mempertimbangkan cakupan dari titik permintaan. Erdemir, et al menggunakan kombinasi dari 2 metode yaitu *Quadratic Maximal Covering Location Problem* dan *greedy heuristic* yang didukung oleh *simulated annealing* (SA) untuk mempertimbangkan cakupan dari node (titik permintaan) maupun jalur yang diimplementasikan di stasiun pangkalan seluler Erie County, Negara Bagian New York, AS (Erdemir et al., 2008).

Pemecahan masalah MCLP dengan menggabungkan atau membandingkan 2 metode juga dilakukan oleh Chauhan di dalam penelitiannya (Chauhan et al., 2019). Dengan tujuan memaksimalkan cakupan sementara secara eksplisit dalam menggabungkan konsumsi energi drone dan batasan jangkauan. Penelitian tersebut dipecahkan dengan 2 metode yaitu *greedy heuristic* dan *three-stage heuristic* (3SH). Selain itu Soheil, et al (Davari et al., 2011) mempertimbangkan waktu perjalanan antara setiap node sebagai variabel yang fuzzy dan menggunakan algoritma hibrid dari simulasi fuzzy dan *simulated annealing* (SA) untuk mendapatkan solusi yang optimal. Membandingkan hasil dari 2 metode untuk memecahkan masalah integrasi MCLP berkapasitas dan MCLP dinamis dilakukan oleh Bagherinejad membandingkan *Genetic Algorithm* (GA) dan algoritma lebah dan

menunjukkan bahwa GA menemukan solusi yang lebih baik (Bagherinejad & Shoeib, 2018).

Zhou, et al memperhitungan penempatan stasiun pemadam kebakaran secara efektif di lingkungan yang tidak pasti untuk menjamin kualitas layanan di bawah anggaran yang terbatas dengan metode *multi objective goal programming* (Zhou et al., 2013). Berdasarkan teori ketidakpastian yang ditemukan oleh Liu (Liu, 2007), model yang dikembangkan dapat diubah menjadi model pemrograman nonlinier integer campuran. Metode *Goal programming* pada MCLP juga dapat dilakukan untuk memaksimalkan jumlah orang yang dilayani dari seluruh permintaan dan meminimalkan biaya keseluruhan pada saat yang sama seperti yang dilakukan oleh Mic, et al dengan menggunakan *Mixed Integer-Weighted Goal Programming Model* dan dikombinasikan dengan *Geographic Information System* (Miq et al., 2019). Metode lain yang dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan MCLP adalah *Particle Swarm Optimization PSO* konvensional seperti yang dilakukan oleh Hatta (Hatta et al., 2013). Mengingat jumlah fasilitas yang tetap, model MCLP digunakan untuk menghemat sumber daya dengan mengupayakan maksimalisasi cakupan total.

Salah satu turunan dari masalah penentuan lokasi fasilitas adalah *Covering Location Problem* (CLP). Pada *Covering Model*, terdapat *coverage distance* atau jarak pemenuhan. Jarak pemenuhan inilah yang nantinya akan menentukan fasilitas akan dibuka atau ditutup. Penentuan lokasi dengan menggunakan model *Capacitated Maximum Covering Location Problem* (CMCLP) yang sederhana telah dibahas sebelumnya dalam penelitian *Current and Storbeck* (Current & Storbeck, 1988). Model pada penelitian *Current and Storbeck* ini digunakan untuk meminimasi jumlah permintaan yang tidak dapat dipenuhi oleh fasilitas yang didirikan. Penelitian tersebut hanya memiliki tiga fungsi batasan yaitu berkaitan dengan kapasitas fasilitas, jumlah fasilitas yang akan dibangun, dan fungsi batasan yang menandakan fasilitas akan dibuka atau ditutup. Penelitian ini dilakukan dan menghasilkan penelitian yang dilakukan dapat diaplikasikan dalam memilih lokasi fasilitas dalam skala kecil hingga sedang dan tidak berlaku untuk masalah besar. Salah satu penelitian dari Pirkul dan Schilling (Pirkul & Schilling, 1991) mengembangkan model dari *Current dan Storbeck*. Penelitian tersebut memiliki tujuan untuk meminimumkan jumlah permintaan yang tidak dapat dipenuhi oleh fasilitas yang dibangun dan memiliki enam fungsi batasan. Dua di antaranya merupakan *binary constraints*. Variabel keputusan yang merupakan bilangan biner tersebut menjelaskan penentuan fasilitas mana yang akan di buka ataupun di tutup serta menentukan permintaan

di daerah mana saja yang dapat dipenuhi oleh fasilitas yang akan dibangun. Penelitian ini menggunakan pendekatan metode *lagrangian relaxation*. Metode ini diuji secara ekstensif dengan menyelesaikan 2400 masalah yang dibuat secara acak, Serta masalah ukuran praktis dengan 625 node permintaan. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa metode tersebut efisien dalam penggunaan waktu komputer dan efektif dalam menghasilkan solusi dengan celah batas bawah biasanya jauh di bawah dua persen.

Penelitian penentuan lokasi sistem pengolahan sampah anorganik yang dilakukan ini menggunakan metode CMCLP dengan bantuan *software* LINGO 18.0. dan pendekatan branch and bound (LINDO, 2020). Penelitian ini mengembangkan model dari penelitian sebelumnya dengan menambahkan beberapa fungsi batasan yang menghasilkan variabel berupa jumlah alokasi sampah dari setiap titik menuju fasilitas yang dibangun. Pada penelitian ini terdapat batasan jarak yang harus dipenuhi untuk menentukan letak fasilitas yang akan dibangun. Bila terdapat jarak titik permintaan yang keseluruhan diatas batas yang ditentukan yaitu 30 kilometer, maka data titik lokasi tersebut akan dipisahkan.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah adanya batasan jarak yang diimplementasikan sehingga adanya 2 tahap pengolahan data dengan dua fungsi tujuan yang berbeda. Fungsi tujuan pertama yaitu penentuan lokasi fasilitas dengan memaksimalkan kapasitas untuk titik permintaan dengan jarak di bawah batas 30 km. Fungsi tujuan kedua adalah meminimumkan jarak pada saat pengiriman dari titik permintaan menuju fasilitas yang dibangun. Mayoritas data jarak TPS yang ada adalah TPS dengan jarak di bawah 30 km. Fungsi tujuan kedua akan diaplikasikan untuk TPS dengan jarak diatas 30 km untuk menentukan pengalokasian dari sisa TPS yang ada.

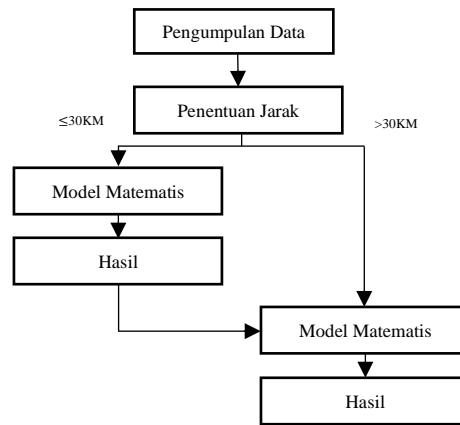
2. METODE PENELITIAN

Ada 2 tahapan yang dilakukan dalam pemecahan permasalahan ini Tahapan pertama adalah memilih 3 sistim yang akan dibangun dari 4 sistim yang telah ditentukan dan pengalokasian masing-masing TPS untuk jarak dibawah 30 km. Tahapan kedua adalah bagaimana pengalokasian dari TPS yang jaraknya di atas 30 km agar total jarak tempuhnya seminimal mungkin. Kedua tahapan tersebut menggunakan Integer Programming. Gambar 1. merupakan *flowchart* dari kerangka pemecahan permasalahan ini.

2.1 Pengumpulan Data

Data yang diperoleh dari pihak Dinas Lingkungan Hidup Provinsi X antara lain lokasi sistem pengolahan sampah yang akan dibangun,

jumlah kandidat lokasi yang harus terpilih, dan kapasitas sistem pengolahan sampah yang akan dibangun. Tidak semua data diperoleh melalui wawancara namun juga dari data yang dikirimkan oleh pihak DLH berupa jumlah TPS yang berada di Provinsi X, volume sampah per-hari setiap TPS, alamat setiap TPS, dan jarak dari TPS menuju kandidat lokasi sistem pengolahan sampah anorganik. Data juga diperoleh dari *Google Maps* untuk mencari jarak yang dibutuhkan.



Gambar 1. *Flowchart* dari metodologi penelitian

Data awal yang dikumpulkan berupa kapasitas dari setiap sistem pengolahan sampah, seperti yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Kandidat Lokasi Sistem Pengolahan Sampah

Kandidat	Kapasitas (ton)
A	2200
B	1300
C	1300
D	1300

TPS yang akan mengirimkan sampahnya menuju sistem pengolahan yang akan dibangun adalah sebanyak 258 TPS. Tabel 2 berikut adalah jumlah TPS berdasarkan kotamadya:

Tabel 2. Jumlah TPS berdasarkan Kotamadya

Kotamadya	TPS
K1	50
K2	40
K3	65
K4	32
K5	71

Dalam penelitian *Capacitated Maximum Covering Location Problem* (CMCLP) ini, parameter yang digunakan dalam perhitungan adalah parameter jarak. Oleh sebab itu, data TPS

yang telah terkumpul akan dicari jarak tempuhnya menuju masing-masing kandidat sistem pengolahan sampah. Batas jarak maksimum yang ditentukan adalah 30 km. Pada tahap awal, perhitungan dilakukan untuk TPS yang memiliki jarak di bawah 30 km. Setelah TPS di bawah 30 km telah selesai diolah maka selanjutnya melakukan perhitungan untuk TPS dengan jarak di atas 30 km. Data TPS dan jarak, sebagian dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3.

Data TPS dan Jarak Menuju Kandidat Sistem Pengolahan Sampah

No	Volume Rata-Rata Anorganik/hari (Ton)	Jarak ke Kandidat Sistem Pengolahan Sampah (km)			
		A	B	C	D
1	0.426	18.8	31.8	33.9	4.1
2	1.672	21.5	37	37.1	6.5
3	5.928	21.4	35.2	35.3	9.2
4	3.192	22.6	17.5	14.9	16.8
5	1.550	22.8	37.9	38.6	8.6
6	1.581	22.4	37.9	38	7.4
7	0.426	14.1	26.3	28.3	7.2
8	1.702	13	30.1	21.6	7
9	0.942	10.9	27.6	19.5	8.9
10	2.675	12.6	26.9	28.9	8.1
11	1.642	22.4	46.8	36.3	10.3
12	6.688	25.2	41.2	40.8	10.7
13	2.189	22.77	38.3	38.4	7.9
14	2.341	23.7	39.2	39.3	8.7
15	4.165	23	41.3	47.3	10.7
16	1.642	21.4	35.2	35.4	9.3
17	4.052	14.9	28.8	20.6	9.2
18	2.371	20.2	30.1	22	10.3
19	1.542	19.1	33	24.6	7.4
20	3.311	14.9	32.1	23.5	6
21	2.077	24.4	38.1	23.3	12.3
22	0.878	17.8	37.8	22.9	11.9
23	3.016	21.4	29.3	23.2	9.1
24	4.134	27.8	43.3	45.7	12.8
25	0.882	23.4	37.2	26	9.8
26	1.034	16	33.3	23.8	8.3
27	4.104	27	42.5	44.9	12
28	1.976	11.1	31.7	20.2	9.7
29	2.402	15.1	28.8	20.6	9.9
30	1.429	11.4	25	18.7	10.2
31	1.854	13.7	33.7	22.3	11.7
32	0.304	11.4	25.9	17.8	13.8
33	1.155	12.5	35.4	19	13.4
34	0.182	14.4	28.5	18.3	13.6
35	1.429	8.4	24.3	18.4	11.1
36	1.155	7.2	21.5	17.7	10.3
37	2.037	7.1	22.4	17	11.4
38	2.614	8.6	24.6	20.4	10
39	1.976	7.4	22.4	17.5	11.7
40	0.426	6.8	21.1	16.7	10.6
41	1.581	12.5	27.6	27.7	6.6
42	2.284	9.5	23.6	20.4	7.1
43	0.972	10.3	27.9	19.4	9.3
44	1.274	11.1	24	20.2	8.7
45	4.305	11.8	30.5	30.7	8.1
46	4.258	11.2	23.1	20.8	7.7
47	1.957	12.1	30.6	30.2	8.2
48	2.262	10.5	22.4	24.4	8.3
49	1.117	10	21.9	20.1	8.5
50	1.003	12	21.5	11.3	19.5
51	3.253	9.8	19.2	9.9	27.1
52	0.304	7.8	18.4	10.3	25
53	1.763	10	25.8	18.1	10.2
54	1.429	9.9	25.9	18.6	10.2
55	3.314	8.3	22.8	14.7	13.5
56	1.064	6.4	21.8	16	12.1
57	2.158	8.2	24.1	16.8	11

Tabel 4.

Data TPS dan Jarak Menuju Kandidat Sistem Pengolahan Sampah (lanjutan)

No	Volume Rata-Rata Anorganik/hari (Ton)	Jarak ke Kandidat Sistem Pengolahan Sampah (km)			
		A	B	C	D
58	1.490	9.3	24.6	17.9	10.2
59	1.550	8.3	20.7	11.9	17.7
60	0.882	7.5	20.9	12.8	16.7
61	2.692	5.1	17.3	9.5	19.7
62	1.446	5.4	21.5	14.2	14.6
63	4.984	5.5	20.8	14.8	14.2
64	2.261	6.6	19.7	11.6	15.2
65	4.763	4	19.8	12.7	15.5
66	0.993	6.2	21.5	13.9	19.2
67	2.863	3.4	18.4	11.1	15.7
68	7.042	4.6	18.3	10.2	16.9
69	2.433	6.6	20.1	12.8	16.5
70	1.429	10.1	23.9	14.7	15.6
71	2.402	11.3	23.6	13.3	16.8
72	2.706	11.3	23.5	13.3	18.7
73	1.824	6.8	21	16.2	12.9
74	2.493	7.3	23.3	17.3	13.3
75	2.067	6.3	20.8	16.2	12.5
76	1.003	7.2	21.2	16.8	10.7
77	0.334	6.6	22.5	15.2	12.3
78	0.548	9	22.8	14.2	16.3
79	0.973	8	21.9	13.8	15.6
80	0.525	8.2	21.7	13.6	14
81	0.867	11.1	20.3	11.4	17.7
82	1.064	7.3	21.7	13.6	15.1
83	2.690	15.1	28.7	29	13.2
84	1.824	14.4	34.3	29.2	12.4
85	1.854	11.1	25.7	17.6	12.5
86	3.283	12.8	27.5	17.2	14
87	2.341	11.9	26.4	18.3	12.7
88	2.432	12.4	27.4	19.3	13.7
89	1.976	11.7	28.4	29.4	13.1
90	1.986	31.3	44.3	35.5	24
91	0.188	13.7	25.8	18.1	21.9
92	1.763	29.3	38.8	30.7	23.5
93	0.855	33.6	45.5	37.4	23.7
94	0.183	34.5	45	36.8	25.6
95	3.374	34	46.4	34.5	29
96	3.496	29	38.5	34.1	28.8
97	2.158	27.6	37.1	29	30.4
98	1.429	27.9	37.4	33	19.3
99	1.915	20.8	41.9	29	19.1
100	0.122	25.6	39.7	30.2	17.9
101	5.411	18.5	35.8	31.4	19.3
102	1.246	18.8	34.3	25.4	21.1
103	4.712	19.1	40	30.5	16.7
104	0.122	17.3	38.9	28.6	16.9
105	0.182	16.5	38.1	26.4	16.1
106	1.155	26.5	40.5	31.3	13.8
107	1.763	24.8	38.5	36	12.4
108	3.162	24	38	23.1	11.3
109	0.274	27	40.8	31.6	16.7
110	0.851	25.1	38.9	29.8	13.5
111	7.053	28.7	42.5	34	18.4
112	6.992	16.4	32.7	25	20
113	1.915	20.2	37	32.6	23.8
114	2.158	20.6	31.2	22.3	17.4
115	0.882	18.4	33.7	26.4	21.1
116	0.091	19.4	30	21.9	20.6
117	0.334	18.2	33.2	24.3	20.8
118	0.091	19.6	30.2	22.1	20.8
119	0.091	19.6	30.2	22.1	20.5
120	0.213	19.2	29.8	24.7	22.8
121	13.984	21.2	30.7	21.8	21.9
122	1.502	33.9	43.4	35.7	24.1
123	0.182	28.5	41	32.9	23.8
124	1.398	31.8	41.3	33.5	26.1
125	1.885	29.1	38.6	29.8	32.2
126	1.672	21.5	32.1	29.8	24.5
127	2.098	22.3	33	25.2	23.3
128	0.790	24.8	40.6	30	24.7
129	1.672	33.6	42.1	33.2	26.9
130	1.693	29.1	47.3	38.5	19.5
131	1.212	29.6	52.4	38.7	19.6
132	0.289	27.4	40	39.9	13.1
133	2.945	28.8	42.1	37.9	15.6
134	1.125	29.4	43.2	38.5	16.4

Tabel 5.
Data TPS dan Jarak Menuju Kandidat Sistem Pengolahan Sampah (lanjutan)

No	Volume Rata-Rata Anorganik/hari (Ton)	Jarak ke Kandidat Sistem Pengolahan Sampah (km)			
		A	B	C	D
135	1.008	28.8	42.7	34.2	15.7
136	0.304	12.3	25.7	15.4	19.4
137	0.973	14.5	32.4	27	16.8
138	0.304	12.9	27.5	17.8	16
139	0.699	14	29	20.2	16.1
140	0.182	16.2	26.8	20.2	20.1
141	0.304	15.4	30.7	24.1	17.8
142	3.709	12.8	26.2	20	20.3
143	1.915	11.4	23.2	14.2	18.2
144	0.699	12.5	27.1	20.4	16.9
145	1.702	18.1	27.6	18.7	21.3
146	0.182	14.7	26.9	22.6	21.1
147	8.755	18.7	30	24.3	21.3
148	0.638	18.8	27.7	24.2	22
149	0.515	4.4	11.9	14.9	20.3
150	0.182	9.8	9.1	9.4	25
151	2.432	5.1	10.8	14.4	22.8
152	0.547	7.8	9.4	13.1	21.7
153	2.280	10.3	7.6	10.6	26.3
154	2.219	13.7	5.2	8.6	27.7
155	1.929	7.7	19.6	21.8	12.1
156	1.064	19.3	31.2	39.3	7.2
157	0.486	8.5	9.1	12	22.4
158	1.570	9.4	7.5	10.5	23.3
159	3.671	4.9	19	21.2	14.3
160	2.501	3.8	19.7	15.8	16.8
161	0.192	10.1	22	24.1	10.4
162	0.790	8.6	10.1	9.2	23.9
163	8.269	7.4	10.7	11	22.8
164	3.344	16.5	7	4	33.1
165	1.672	9.7	7	10	23.7
166	1.307	11.4	9.2	7.7	26.7
167	9.546	10.9	10.8	5.4	27.9
168	0.304	3.1	13.3	16.3	18
169	1.246	10.3	8.8	11.7	25.5
170	1.854	10.2	14.9	4.5	28.4
171	1.854	13	5.1	10.6	27
172	1.338	12.6	4.7	10.2	26.6
173	1.520	16.2	2.4	8.3	30.2
174	7.053	5.6	14.1	10.1	23.7
175	2.493	9.5	14.7	5.7	28.6
176	0.547	21.7	31.2	23.3	27.7
177	4.074	13.3	24	13.7	25.1
178	1.186	26.8	34.8	24.7	33.9
179	0.564	28.7	38.2	29.1	35
180	0.973	15.7	26.3	18.2	23.7
181	3.587	21	20.4	9.6	36.2
182	1.854	21	31.7	23.5	22.3
183	2.721	24.8	34.3	24.6	32.3
184	0.044	28.7	38.3	29.1	35
185	0.068	26.4	35.9	27.8	32.7
186	0.528	26.3	35.8	27.9	32.5
187	0.100	28.7	38.2	29.1	35
188	0.365	29.5	38.6	28	37.9
189	2.316	19.6	29.2	24.8	26.6
190	0.790	27.3	36.9	26	34.5
191	1.283	13.1	23.4	9.3	30.5
192	1.976	14.9	25.5	19.6	24.6
193	0.942	16.3	25.8	11.9	23.3
194	2.997	14.1	27	16.9	29.8
195	2.128	14.6	25.3	12	29.9
196	1.435	23.4	32.9	26.3	30.5
197	5.350	11.8	18.2	8.7	23.1
198	1.611	15.2	22.8	8.8	29.8
199	0.790	13.4	25.1	14.8	24.6
200	0.547	11.6	22.4	13.5	19
201	1.733	7.9	16.5	8.4	25.1
202	2.949	7.8	18.3	10.3	25
203	0.654	12	24.9	13.9	19.3
204	1.129	21	33.5	26.2	31.1
205	0.851	15.9	21.5	7.4	32.4
206	1.398	31.9	39.8	29.2	41.6
207	4.925	15.7	14.6	4.8	34.1
208	5.624	15.6	17.7	4.8	34.1
209	0.690	23.5	33	24.5	30.7
210	2.207	11.4	22.1	11.8	29.9

Tabel 6.
Data TPS dan Jarak Menuju Kandidat Sistem Pengolahan Sampah (lanjutan)

No	Volume Rata-Rata Anorganik/hari (Ton)	Jarak ke Kandidat Sistem Pengolahan Sampah (km)			
		A	B	C	D
211	2.675	11.7	22.3	10.2	29.3
212	1.718	16.7	26.9	10.2	26.1
213	1.155	22.2	20.9	9	33.7
214	0.426	31.8	36.2	25.6	44.1
215	0.699	24.9	24.4	27.3	32.1
216	3.830	12.2	22.8	12	28.2
217	2.523	17.4	10.8	3.7	35.8
218	2.128	16.4	11	2.6	34.8
219	2.797	10.5	21.1	10.8	19.6
220	2.979	12.9	9.9	2.5	31.1
221	1.528	15.1	25.7	16.8	24.6
222	3.830	27	36.6	27.3	34.2
223	2.857	22.8	31.9	21.2	32
224	3.398	20.3	29.8	25.5	27.4
225	3.821	15.9	22.8	8.7	32.1
226	2.310	22.6	32.1	28.1	29.8
227	1.125	25.5	32.5	21.9	32.6
228	2.766	10.3	16.8	7.2	28.8
229	2.706	11.4	22.1	11.8	29
230	0.669	28.1	32.2	21.7	35.2
231	3.526	25.4	39	28.3	32.5
232	2.189	22.7	32.2	28.1	29.8
233	6.445	20.5	11.7	6.8	39
234	4.261	18.7	22.4	8.4	28.3
235	2.009	25.6	35.1	27	31.9
236	1.885	16.9	18.3	8	32.1
237	1.624	27.8	37.4	26.7	35
238	4.184	23.7	26.6	10.4	33.6
239	1.300	14.3	10	2.5	34
240	0.816	22.7	21.8	10.9	32.6
241	0.333	24.9	24.4	12.1	33.4
242	0.822	17.1	22.7	8.6	32.8
243	1125.590	1.9	14.6	13.9	18.2
244	484.971	3.7	13.2	16.2	22.6
245	483.299	2.8	16.7	13.9	22.6
246	322.240	0.8	16.8	14.7	18.2
247	340.602	2.3	17.6	12.2	17
248	253.535	24.4	33.9	26.2	31.6
249	0.608	31.6	41.1	33	31.4
250	0.547	40	48.2	38.6	31.8
251	0.912	39	49.7	40.8	32.7
252	1.125	36.2	53.3	44	35.2
253	0.547	35.5	47.9	44.4	34.5
254	2.098	33.5	49.3	38.7	35.5
255	0.213	44.5	54	45.1	40.1
256	3.709	32.3	41.9	34.1	39.5
257	2.433	30.8	40.4	32.2	38
258	3.739	30.8	40.3	32.2	37.1

3. PENGOLAHAN DATA

Ada 2 Tahapan dalam menyelesaikan permasalahan ini yang pertama adalah hasil dari pengolahan data CMCLP di bawah 30 km ini adalah ditentukannya sistem pengolahan sampah yang akan dibangun dan pengalokasian sampah dari masing-masing TPS. Selanjutnya dapat dilakukan perhitungan untuk TPS yang memiliki jarak di atas 30 km, untuk menentukan masing-masing TPS akan mengirimkan sampah menuju sistem pengolahan sampah mana diantara ke 3 sistem pengolahan sampah yang telah terpilih. Sehingga total jarak tempuh seminimal mungkin.

3.1 Pengelompokan Jarak

Dalam penelitian ini parameter yang digunakan pada metode CMCLP adalah jarak. Oleh sebab itu ditentukannya batas jarak maksimum yaitu 30 km. TPS yang memiliki keseluruhan jarak

tempuh di atas 30 km akan dipisahkan dan diolah secara terpisah. CMCLP dengan jarak di atas 30 km akan dilakukan setelah hasil pengolahan pada CMCLP dengan jarak di bawah 30 km diperoleh. Dalam hal ini ada dua kelompok TPS yaitu TPS yang berjarak dibawah 30 km dan TPS di atas 30 km, sementara penentuan sistim yang akan dibangun berdasarkan TPS yang berjarak di bawah 30 km, sehingga perlu mengkonversi banyak sampah dari masing-masing TPS yang berjarak di bawah 30 km. Konversi banyak sampah dari masing-masing TPS yang berjarak di bawah 30 km dengan cara proporsional terhadap total sampah yang ada (total sampah dari TPS yang berjarak di bawah 30 km dan TPS yang berjarak di atas 30 km). Karena total sampah yang diolah dalam pengolahan data harus tetap sama dengan total sampah sebelum adanya eliminasi. Kapasitas truk yang digunakan dalam formulasi matematik ini adalah 16 ton.

3.2 Formulasi Model Matematis CMCLP

Mendefinisikan variabel dan parameter keputusan, untuk pembentukan model matematika

1. Variabel Keputusan, yaitu:

$$Y_j = \begin{cases} 1, & \text{jika sistem pengolahan di-j didirikan} \\ 0, & \text{jika sistem pengolahan tidak didirikan} \end{cases}$$

$$X_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{jika sampah dikirimkan dari TPS i ke sistem-j} \\ 0, & \text{jika sampah tidak dikirimkan dari TPS ke sistem-j} \end{cases}$$

$$h_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{jika jarak dari TPS-i ke sistem-j} < 30 \text{ km} \\ 0, & \text{jika jarak dari TPS-i ke sistem-j} \geq 30 \text{ km} \end{cases}$$

2. Pendefinisian indeks

i	: Indeks untuk TPS
j	: Indeks untuk sistem
di	: Kapasitas TPS ke-i
Kj	: Kapasitas dari sistem pengolahan sampah anorganik
Sij	: Jarak dari TPS menuju sistem pengolahan sampah anorganik
Q _{ij}	: Banyak sampah yang ada, yang diangkut dari TPS Pool menuju sistem pengolahan sampah anorganik
W _{ij}	: Banyak sampah yang dikirimkan dari TPS menuju sistem pengolahan sampah anorganik dengan pertimbangan h _{ij}
SK _j	: Kapasitas sistem pengolahan sampah anorganik yang masih tersisa
M	: Bilangan besar bulat positif

3. Model Matematika CMCLP

a. Di bawah 30 km

Kapasitas truk adalah 16 ton, berikut merupakan model matematis yang digunakan untuk TPS yang memiliki jarak di bawah 30 km. Terdapat 248 TPS, $i = 1, \dots, 248$, dengan $j = 1, \dots, 4$, dimana banyak sampah untuk TPS $i = 1, 2, \dots, 241 \leq 16$ ton, sementara untuk TPS $i = 242, 243, \dots, 248$ bisa lebih besar dari 16 ton.

Fungsi Tujuan:

$$\text{MAX } \sum_j \sum_i W_{ij} X_{ij} h_{ij} Y_j \quad (1)$$

Fungsi Batasan:

$$\sum_{j=1}^4 Y_j \leq 3 \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^4 X_{ij} = 1; \forall i = 1, \dots, 242 \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^4 X_{ij} \geq 1; \forall i = 243, \dots, 248 \quad (4)$$

$$X_{ij} \leq Y_j; \forall j = 1, \dots, 4 \text{ dan } \forall i = 1, \dots, 248 \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^{248} Q_{ij} X_{ij} \leq K_j Y_j \quad \forall j = 1, \dots, 4 \quad (6)$$

$$W_{ij} = Q_{ij} h_{ij} \quad \forall j = 1, \dots, 4 \quad \forall i = 1, \dots, 248 \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^{248} W_{ij} \geq \sum_{i=1}^{248} Q_{ij}; \forall j = 1, \dots, 4 \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^4 W_{ij} X_{ij} \geq d_i \quad \forall i = 1, \dots, 248 \quad (9)$$

$$W_{ij} \leq M X_{ij}; \forall j = 1, \dots, 4 \text{ \& } \forall i = 1, \dots, 248 \quad (10)$$

$$Y_j = [0, 1] \quad (11)$$

$$X_{ij} = [0, 1] \quad (12)$$

$$h_{ij} = [0, 1] \quad (13)$$

Fungsi tujuan (1) adalah memaksimalkan kapasitas daya tampung sistem pengolahan sampah yang akan dibangun dengan mempertimbangkan jarak di bawah 30 km. Batasan (2) memastikan bahwa sistem pengolahan yang akan dibangun maksimal 3. Batasan (3) memastikan semua sampah dikirim dari TPS Pool menuju 1 sistem pengolahan yang akan dibangun. Batasan (4) memastikan semua sampah dari TPS yang banyak sampah melebihi dari kapasitas truk akan dikirim menuju sistem pengolahan yang akan dibangun. Fungsi batasan (5) memiliki arti setiap sampah dari TPS akan dikirim ke sistem pengolahan yang akan dibangun. Batasan (6) menjelaskan bahwa, total sampah yang dikirim menuju sistem pengolahan harus lebih kecil dari kapasitas sistem. Batasan (7) menyatakan banyak sampah yang dapat diangkut ke sistem pengolahan yang akan dibangun berdasarkan aturan jarak. Batasan (8) memastikan bahwa semua sampah yang ada harus terangkut. Fungsi batasan (9) semua sampah yang ada di TPS Pool harus terangkut. Fungsi batasan (10) menentukan banyaknya sampah yang dikirim dari TPS Pool menuju sistem pengolahan yang akan dibangun. Penyelesaian menggunakan *software* LINGO 18.0.

b. Di atas 30 km

Setelah hasil pada CMCLP untuk jarak di bawah 30 km diperoleh, maka dilakukan perhitungan untuk CMCLP di atas 30 km dengan 10 TPS, $i = 249, \dots, 258$, dengan $j = 1, 2, 3$. Berikut merupakan model matematis yang digunakan:

Fungsi Tujuan:

$$\text{Min } \sum_j \sum_i S_{ij} X_{ij} \quad (14)$$

Fungsi Batasan:

$$\sum_{j=1}^4 X_{ij} = 1 \quad \forall i = 249, \dots, 258 \quad (15)$$

$$\sum_{i=249}^{258} Q_{ij} X_{ij} \leq SK_j \quad \forall j = 1, 2, 3 \quad (16)$$

$$\sum_{j=1}^3 Q_{ij} X_{ij} \geq d_i \quad \forall i = 249, \dots, 258 \quad (17)$$

$$X_{ij} = [0, 1] \quad (18)$$

Fungsi tujuan dari model matematis ini adalah meminimumkan jarak pada saat pengiriman sampah dari TPS menuju sistem pengolahan sampah. Fungsi batasan (15) memastikan semua sampah dikirim dari TPS Pool menuju 1 sistem pengolahan yang akan dibangun. Fungsi batasan (16) memastikan semua sampah yang dikirimkan menuju sistem pengolahan harus lebih kecil dari kapasitas sistem pengolahan yang tersisa. Fungsi batasan (17) memastikan semua sampah yang ada di TPS harus terangkut. Penyelesaian menggunakan *software* LINGO 18.0.

4. HASIL MODEL MATEMATIS DAN ANALISIS

Model matematis digunakan untuk mengolah data dengan menggunakan *software* LINGO 18.0 dengan 2 tahapan. Dari hasil pengolahan CMCLP tahap pertama yaitu yang memiliki jarak di bawah 30 km, lokasi pembangunan fasilitas yang terpilih adalah A, C, dan D. Tabel 7 menunjukan pengalokasian sampah dari masing- masing TPS ke sistim yang terpilih, Sistim A menampung sampah dari 21 TPS dengan total sampah sebesar 1.397,639 ton. 147 TPS akan mengirimkan sampah menuju Sistem C menampung sampah dari 147 TPS dengan total sampah sebesar dengan beban sampah sebesar 1.293,495 ton. Sistem D menampung sampah dari 81 TPS dengan total sampah sebesar dengan beban sampah sebesar 814,977 ton. Rincian pengalokasian sampah dari masing-masing TPS yang mengirim sampah ke masing-masing sistim seperti yang tertera pada tabel 7.

Tabel 7.
Hasil Pengolahan CMCLP di bawah 30 Km

TPS	Sistem Pengolahan	Total Sampah (Ton)
3, 5, 8, 9, 12, 21, 26, 54, 155, 174, 182, 211, 213, 220, 222, 223, 229, 231, 241, 243, 245	A	1397.639
4, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 43, 44, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 86, 87, 88, 89, 91, 97, 99, 102, 104, 105, 108, 110, 112, 114, 115, 117, 118, 119, 120, 121, 125, 126, 127, 128, 137, 138, 140, 141, 142, 147, 148, 150, 152, 153, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 167, 168, 19, 170, 171, 173, 175, 177, 178, 179, 180, 181, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 196, 197, 199, 200, 202, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 214, 215, 216, 217, 218, 224, 225, 226, 227, 228, 230, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 242, 244, 245, 248	C	1293.495
1, 2, 6, 7, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 39, 42, 45, 47, 55, 56, 63, 66, 85, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 100, 101, 103, 106, 107, 109, 111, 113, 116, 122, 123, 124, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 139, 143, 144, 145, 146, 149, 151, 154, 156, 166, 172, 176, 194, 195, 198, 201, 203, 212, 219, 221, 246, 247	D	814.977

Setelah lokasi sistem pengolahan sampah anorganik telah diketahui. Pengolahan CMCLP dengan jarak di atas 30 km dilakukan. Tabel 8 menunjukan hasil dari pengolahan CMCLP di atas 30 km. Dihasilkan 3 TPS mengirimkan sampah menuju sistem A dengan beban sampah sebesar 9,881 ton, 7 TPS mengirimkan sampah menuju sistem D dengan beban 4.165 ton.

Dari pengolahan CMCLP pertama yaitu di bawah 30 km, sistem pengolahan sampah B tidak terpilih dikarenakan banyak TPS yang mempunyai jarak di atas 30 km untuk menuju lokasi tersebut dibandingkan jarak menuju sistem pengolahan sampah yang lain. TPS paling banyak akan mengantarkan sampah menuju sistem pengolahan sampah C, hal ini dapat dikarenakan banyaknya TPS yang memiliki jarak di bawah 30 km menuju sistem pengolahan tersebut. Secara keseluruhan untuk TPS yang berjarak dibawah dan diatas 30 km , sistem A akan mendapatkan sampah dari 24 TPS dengan berat 1,407,520 ton. Sistem C mendapatkan sampah dari 147 TPS dengan berat 1,294,495 ton. Sistem D akan mendapatkan sampah dari 88 TPS dengan berat 819,142 ton.

Tabel 8.
Hasil Pengolahan CMCLP di atas 30 km

TPS	Sistem Pengolahan	Total Sampah (Ton)
256, 257, 258	A	9.881
249, 250, 251, 252, 253, 254, 255	D	4.1648

Tahap kedua adalah pengalokasian sampah dari TPS yang berjarak di atas 30 km , ada 3 TPS yang dialokasikan ke Sistim A dan 7 TPS yang dialokasikan ke sistim D. Dari keseluruhan total sampah yang dapat ditampung oleh sistem pengolahan sampah, masih tersisa daya tampung untuk setiap sistem pengolahan sampah. Sisa daya tampung dari ketiga sistem yang akan dibangun ini adalah Sistem A dengan sisa 792,480 ton, Sistem B dengan sisa 6,505 ton, dan Sistem D dengan sisa 480.858 ton.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data diperoleh kesimpulan bahwa sistem pengolahan sampah anorganik melalui metode CMCLP yang terpilih adalah sistem A, C, dan D. Sistem A akan mendapatkan kiriman sampah dari 24 TPS dengan berat sebesar 1407,520 ton. Sistem C akan mendapatkan kiriman sampah dari 147 TPS dengan berat sampah sebesar 1294,495 ton. Sistem D akan mendapatkan kiriman sampah dari 88 TPS dengan berat sebesar 819,142 ton. Sisa daya tampung dari ketiga sistem yang akan dibangun ini adalah Sistem A dengan sisa 792,480 ton, Sistem B dengan sisa 6,505 ton, dan Sistem D dengan sisa 480.858 ton.

Keunikan dari penelitian ini adalah penelitian ini menggunakan *maximal covering location problem* dengan menggunakan parameter jarak yang terlebih dahulu ditentukan batasnya. Penelitian ini menggunakan 2 tahapan untuk memisahkan jarak yang berada di luar batas.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Bagherinejad, J., & Shoeib, M. (2018). Dynamic capacitated maximal covering location problem by considering dynamic capacity. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 9(2), 249–264. <https://doi.org/10.5267/j.ijiec.2017.5.004>
2. Chauhan, D., Unnikrishnan, A., & Figliozzi, M. (2019). Maximum coverage capacitated facility location problem with range constrained drones. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 99(May), 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2018.12.001>
3. Church, R., & ReVelle, C. (1975). The Maximal Covering Facility Location. In *Paper of the Regional Science Association, Volumes thirty-two* (pp. 101–118).
4. Current, J. R., & Storbeck, J. E. (1988). Capacitated covering models. *Environment & Planning B: Planning & Design*, 15(2), 153–163. <https://doi.org/10.1068/b150153>
5. Daskin, M. S. (2013). *Network and Discrete Location: Models, Algorithms, and Applications* (2nd Edition (ed.)). Wiley. <https://www.wiley.com/en-br/Network+and+Discrete+Location%3A+Models%2C+Algorithms%2C+and+Applications%2C+2nd+Edition-p-9781118536964>
6. Davari, S., Fazel Zarandi, M. H., & Hemmati, A. (2011). Maximal covering location problem (MCLP) with fuzzy travel times. *Expert Systems with Applications*, 38(12), 14535–14541. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.05.031>
7. Dell’Olmo, P., Ricciardi, N., & Sgalambro, A. (2014). A Multiperiod Maximal Covering Location Model for the Optimal Location of Intersection Safety Cameras on an Urban Traffic Network. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 108, 106–117. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.824>
8. Erdemir, E. T., Batta, R., Spielman, S., Rogerson, P. A., Blatt, A., & Flanigan, M. (2008). Location coverage models with demand originating from nodes and paths: Application to cellular network design. *European Journal of Operational Research*, 190(3), 610–632. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.07.004>
9. Furuta, T., & Tanaka, K. (2014). Maximal Covering Location Model for Doctor-Helicopter Systems with Two Types of Coverage Criteria. *Urban and Regional Planning Review*, 1(0), 39–58. <https://doi.org/10.14398/urpr.1.39>
10. Guarin, A., Hassan, A. R., & Villegas, J. G. (2015). Fast Reaction Police Units in Medellín: A Budget-Constrained Maximal Homicide Covering Location Approach. *Artificial Intelligence*, 908, 58–94.
11. Hatta, W. A. L. W. M., Lim, C. S., Abidin, A. F. Z., Azizan, M. H., & Teoh, S. S. (2013). Solving maximal covering location with particle swarm optimization. *International Journal of Engineering and Technology*, 5(4), 3301–3306.
12. Leigh, J., Dunnett, S., & Jackson, L. (2019). Predictive police patrolling to target hotspots and cover response demand. *Annals of Operations Research*, 283(1–2), 395–410. <https://doi.org/10.1007/s10479-017-2528-x>
13. LINDO. (2020). The modeling language and optimizer. Lindo Systems. *LINDO Systems Inc.*, 989. <http://www.lindo.com/>
14. Liu, B. (2007). *Uncertainty Theory* (2nd ed.). Springer Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-540-73165-8>
15. Miç, P., Koyuncu, M., & Hallak, J. (2019). Primary health care center (PHCC) location-allocation with multi-objective modelling: A case study in Idleb, Syria. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(5). <https://doi.org/10.3390/ijerph16050811>
16. Mitropoulos, P., Mitropoulos, I., Giannikos, I., & Sissouras, A. (2006). A biobjective model for the locational planning of hospitals and health centers. *Health Care Management Science*, 9(2), 171–179. <https://doi.org/10.1007/s10729-006-7664-9>
17. Moore, G. C., & ReVelle, C. (1982). The Hierarchical Service Location Problem. *Management Science*, 28(7), 775–780. <https://doi.org/10.1287/mnsc.28.7.775>
18. Pirkul, H., & Schilling, D. (1989). *The Capacitated Maximal Covering Location fore , effective siting decisions should address both the need for backup facilities for each demand point and as well as a reasonable limit on each facility ' s workload . Designing systems with backup service ha.* 18, 141–154.
19. Pirkul, H., & Schilling, D. A. (1991). The Maximal Covering Location Problem with Capacities on Total Workload. *Management Science*, 37(2), 233–248. <https://doi.org/10.1287/mnsc.37.2.233>
20. Porras, C., Fajardo, J., & Rosete, A. (2019). Multi-coverage dynamic maximal covering location problem. *Investigacion Operacional*, 40(1), 140–149.

21. Snyder, S. A., & Haight, R. G. (2016). Application of the Maximal Covering Location Problem to Habitat Reserve Site Selection: A Review. *International Regional Science Review*, 39(1), 28–47. <https://doi.org/10.1177/0160017614551276>
22. Uncu, N., Bulğurcu, B., & Kılıç, F. (2018). Distance restricted maximal covering model for pharmacy duty scheduling problem. *International Journal of Optimization and Control: Theories and Applications*, 8(2), 208–215. <https://doi.org/10.11121/ijocta.01.2018.00557>
23. Zhou, J., Li, Z., & Wang, K. (2013). A Multi-Objective Model for Fire Station Location under Uncertainty. *International Journal on Advances in Information Sciences and Service Sciences*, 5(7), 1184–1191. <https://doi.org/10.4156/AISS.Vol5.Issue7.140>