

Optimasi Alokasi Pasien untuk Kasus COVID-19

Wilayah Surabaya

Abduh Sayid Albana

Program Studi S1 Teknik Industri, Institut Teknologi Telkom Surabaya

Email: abduh.albana@ittelkom-sby.ac.id

Abstrak

Awal Januari 2020, dunia mengalami pandemi Corona Virus Diseases 2019 (COVID-19). Dan per-tanggal 16 Maret 2020, virus ini sudah mulai masuk wilayah Surabaya. Kasus pandemik seperti ini sebenarnya bukan lah suatu kasus baru. Penelitian mengenai pengendalian pandemik juga telah banyak diteliti. Salah satu bidang yang telah menjadi perhatian para peneliti sebelumnya adalah optimasi di bidang alokasi sumberdaya dan alokasi pasien. Berdasarkan penelitan-penelitian sebelumnya, metode yang banyak digunakan adalah program linier. Pada penelitian ini model program linier yang digunakan merujuk pada model penelitian sebelumnya dan kasus yang digunakan adalah kasus alokasi pasien positif COVID-19 di wilayah kota Surabaya. Dari hasil perhitungan, beban setiap rumah sakit dapat terlihat. Hasil ini dapat dijadikan acuan sebagai pertimbangan kebijakan peningkatan kapasitas dari rumah sakit.

Kata kunci: Optimasi, Program Linier, Model Alokasi

Abstract

In January 2020, the world experienced a Corona Virus Diseases-2019 (COVID-19) pandemic. And as of March 16, 2020, this virus has begun to enter Surabaya. A pandemic case like this is actually not a new case. Research on pandemic control has also been widely studied. One area that has been a concern of the previous research is resource allocation and patient allocation optimization. And the most widely used method is linear programming. In this study the linear programming model used refers to the previous research and a case of COVID-19 patient allocation in Surabaya is used. From our results, the load of each hospital can be analyzed. And this result can be used as a reference for the decision making policy of the hospital resource allocation.

Keywords: *Optimization, Linear Programming, Allocation Model*

A. PENDAHULUAN

Terhitung sejak awal Januari 2020, dunia mengalami pandemi hebat yang disebut Corona Virus Diseases 2019 (COVID-19). Pandemi ini telah memakan banyak korban. Berdasarkan data WHO, jumlah pasien positif terjangkit COVID-19 mencapai 1,6 juta jiwa. Dan per-tanggal 16 Maret 2020, virus ini sudah mulai masuk wilayah Jawa Timur dan Surabaya.

Kasus pandemik seperti ini sebenarnya bukan lah suatu kasus baru. Pada tahun 2009, dunia pernah mengalami kasus pandemik H1N1 (World Health Organization, 2010) dan berdasarkan Dasaklis, Pappis and Rachaniotis (2012) pengendalian epidemi adalah jenis manajemen dengan horison perencanaan menengah. Penelitian mengenai pengendalian pandemik juga telah banyak diteliti. Salah satu bidang yang telah menjadi perhatian para peneliti sebelumnya adalah optimasi di bidang alokasi sumberdaya dan alokasi pasien.

Sun, DePuy dan Evans (2014) membuat model optimasi multi objektif untuk alokasi pasien dan sumberdaya rumah sakit. Dalam penelitiannya, Sun,

DePuy dan Evans (2014) mengajukan tiga buah model: Model alokasi, model multi objektif, dan model optimasi perencanaan sumberdaya. Penelitian mereka menjadi acuan beberapa penelitian lain.

Charkhgard et. al. (2018) melakukan penelitian tentang meminimasi penyebaran influenza dengan memotong rantai penyebarannya. Kebijakan yang digunakan adalah mengisolasi titik (jaringan) yang terinfeksi atau memberikan vaksinasi secara terus menerus pada titik tersebut. Optimasi dilakukan dengan program linier.

He et. al. (2019) melakukan kajian pustaka mengenai alokasi daya tampung rumah sakit. Mereka mengumpulkan artikel dari tahun 2013 hingga 2017. Hasil yang mereka peroleh adalah banyaknya penelitian yang menggunakan metode simulasi dan penelitian operasional untuk mengoptimalkan masalah alokasi rumah sakit.

Liu dkk. (2020) menggunakan *Mixed Integer Programming* yang merupakan cabang dari program linier untuk melakukan optimasi penjadwalan tenaga medis.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa metode program linier banyak digunakan sebagai alokasi sumberdaya di bidang kesehatan. Kasus pandemi sangat membutuhkan optimasi distribusi alokasi sumberdaya dan alokasi pasien. Sehingga, pada penelitian ini model yang digunakan merujuk pada model dari Sun, DePuy dan Evans (2014). Kasus yang digunakan adalah kasus alokasi pasien positif COVID-19 di wilayah kota Surabaya.

B. METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah program linier. Data-data yang digunakan pada penelitian ini diambil dari beberapa

sumber dan juga dengan menggunakan metode peramalan *Simple Exponential Smoothing*. Secara rinci, metode-metode tersebut akan dibahas pada subbab-subbab berikut.

1. Program Linier

Penelitian ini menggunakan pemodelan program linier berdasarkan formulasi dari Sun, DePuy and Evans (2014). Dalam penelitian Sun, DePuy and Evans (2014) sendiri, terdapat 3 jenis model: 1. Model alokasi pasien, 2. Model alokasi pasien dengan horison multi-planning, dan 3. Model alokasi pasien dengan alokasi penambahan resource. Namun, penelitian kali ini hanya menggunakan model 1 (alokasi pasien) dari model yang dibuat oleh Sun, DePuy and Evans (2014). Formulasi dari model alokasi pasien Sun, DePuy and Evans (2014) meliputi:

Fungsi Tujuan:

$$\text{Minimize } \sum_a \sum_h \sum_t x_{a,h,t} \cdot \text{Jarak}_{a,h} \tag{1}$$

Fungsi pembatas:

$$\sum_h x_{a,h,t} = \text{Permintaan}_{a,t} \quad \forall a,t \tag{2}$$

$$\text{Jumlah_Pasien}_{h,1} = \text{Pasien_Awal}_h + \sum_a x_{a,h,1} \quad \forall h \tag{3}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah_Pasien}_{h,1} = \text{Jumlah_Pasien}_{h,t-1} + \sum_a x_{a,h,t} \\ - \sum_a (x_{a,h,t-\text{durasi_rawat}}) - \text{Pasien_keluar}_{h,t} \quad \forall h,t > 1 \end{aligned} \tag{4}$$

$$\text{Jumlah_pasien}_{h,t} \leq \text{Kapasitas}_h \quad \forall h,t \tag{5}$$

$$x_{a,h,t} \geq 0 \quad \forall a,h,t \tag{6}$$

Keterangan:

- a : indeks area (1,...,n),
 h : indeks rumah sakit (1,..n),
 t : indeks periode (1,..n),
 $x_{a,h,t}$: Jumlah pasien dari area a yang dirujuk ke rumah sakit h pada periode t ,
 $Jarak_{a,h}$: Jarak antara area a dengan rumah sakit h ,
 $Permintaan_{a,t}$: Jumlah permintaan pasien area a pada periode t ,
 $Jumlah_Pasien_{h,t}$: Jumlah pasien pada rumah sakit h pada periode t ,
 $Pasien_Awal_h$: Jumlah pasien awal pada rumah sakit h ,
 $Pasien_Keluar_{h,t}$: Jumlah pasien keluar di rumah sakit h pada periode t ,
 $Kapasitas_h$: Kapasitas sumberdaya di rumah sakit h .

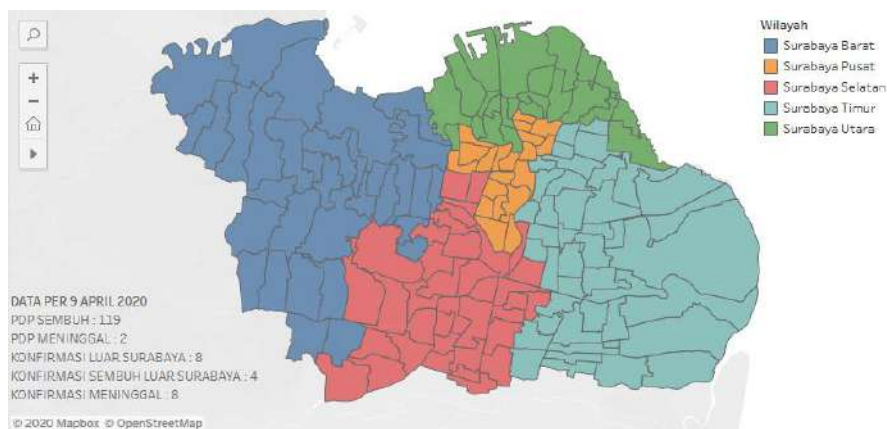
Persamaan (1) merupakan fungsi objektif yang berisi minimasi jarak tempuh dikalikan dengan jumlah pasien. Persamaan (2) merupakan fungsi pembatas berupa jumlah permintaan dari area a harus sama dengan total jumlah pasien di seluruh rumah sakit. Persamaan (3) dan (4) merupakan fungsi pembatas intermedia. Persamaan (3) merupakan rumusan jumlah pasien pada rumah sakit h pada periode 1. Dan persamaan (4) merupakan rumusan jumlah pasien pada rumah sakit h pada periode > 1 . Persamaan (5) adalah fungsi pembatas berupa kapasitas dari rumah sakit h . Sedangkan persamaa (6) merupakan *non-negativity constraint*.

Model program linier tersebut akan diselesaikan dengan menggunakan plugin PuLP dari PYTHON. Kode pemrograman PYTHON yang digunakan dapat diunduh di <https://www.dropbox.com/s/31hijpxjr2je9rb/PuLP%20Latihan%204.py?dl=0>.

Kasus yang digunakan adalah kasus alokasi pasien COVID-19 di kota Surabaya. Detail mengenai kasus dan penyelesaiannya dengan menggunakan program linier akan dibahas pada sub-bab selanjutnya.

2. Data Jumlah Pasien Dan Peramalannya

Kasus yang digunakan adalah kasus pandemi COVID-19 di wilayah kota Surabaya. Data jumlah kasus diperoleh melalui rekap berita tanggal 23 Maret 2020 sampai 8 April 2020 (Ariefana, 2020a, 2020b; Santoso, 2020a, 2020d, 2020f, 2020e, 2020c; Sulaiman, 2020; Erfinanto, 2020; Iswinarno, 2020; Melani, 2020a, 2020c, 2020b, 2020d; Pemerintah Kota Surabaya, 2020; Santoso, 2020b). Dalam kasus ini, Surabaya dibagi menjadi 5 wilayah (Pemerintah Kota Surabaya, 2020): Surabaya Barat, Surabaya Pusat, Surabaya Selatan, Surabaya Timur, dan Surabaya Utara (lihat Gambar 1).



**Gambar 1. Pembagian Wilayah Surabaya
(Sumber: Pemerintah Kota Surabaya (2020))**

Sebaran permintaan (jumlah pasien positif COVID-19) kota Surabaya untuk tiap wilayah (dalam bentuk kumulatif) ditampilkan dalam Tabel 1 sampai Tabel 5.

Tabel 1. Pasien Positif COVID-19 Surabaya Barat

Tanggal	Surabaya Barat						
	Asem Rowo	Benowo	Lakarsantri	Pakal	Sambikerep	Sukomanunggal	Tandes
22-03-20	0	0	1	0	1	3	0
23-03-20	0	0	1	0	1	3	0
24-03-20	0	0	0	0	1	4	0
25-03-20	0	0	0	0	1	4	0
26-03-20	0	0	0	0	1	4	0
27-03-20	0	0	0	0	1	4	0
28-03-20	0	0	0	0	1	4	0
29-03-20	0	0	1	0	2	4	0
30-03-20	0	0	1	0	2	4	0
31-03-20	0	0	1	0	2	4	0
1-04-20	0	0	1	0	2	4	0
2-04-20	0	0	1	0	2	4	0
3-04-20	0	0	1	0	2	4	0
4-04-20	0	0	3	0	2	5	0
5-04-20	0	0	3	0	2	5	0
6-04-20	0	0	3	0	3	5	0
7-04-20	0	0	3	0	3	5	0
8-04-20	0	0	3	0	3	5	0

Tabel 2. Pasien Positif COVID-19 Surabaya Timur

Tanggal	Surabaya Timur						
	Gubeng	Gn. Anyar	Mulyorejo	Rungkut	Sukilo	Tambaksari	Tenggiling Mejoyo
	0	2	1	1	1	0	0
23-03-20	0	2	1	1	1	0	0
24-03-20	0	2	2	3	1	0	0
25-03-20	0	2	2	3	1	0	0
26-03-20	0	2	2	3	1	0	0
27-03-20	0	2	2	3	1	0	0
28-03-20	0	2	2	3	1	0	0
29-03-20	0	2	2	3	1	0	0
30-03-20	0	2	2	3	1	0	0
31-03-20	0	2	3	3	2	0	0
1-04-20	0	2	3	3	1	0	0
2-04-20	0	2	4	3	1	0	0
3-04-20	0	2	4	3	1	0	0
4-04-20	0	4	7	6	2	0	1
5-04-20	4	4	7	6	3	1	1
6-04-20	4	4	8	6	3	1	1
7-04-20	4	4	8	6	3	1	1
8-04-20	4	4	8	6	3	1	1

Tabel 3. Pasien Positif COVID-19 Surabaya Pusat

Tanggal	Surabaya Pusat			
	Bubutan	Genteng	Simokerto	Tegalsari
22-03-20	1	0	0	0
23-03-20	1	0	0	0
24-03-20	1	0	0	0
25-03-20	1	0	0	0
26-03-20	1	0	0	0
27-03-20	1	0	0	0
28-03-20	1	0	0	0

29-03-20	1	0	0	0
30-03-20	1	0	0	0
31-03-20	1	0	0	0
1-04-20	1	0	0	0
2-04-20	1	1	0	0
3-04-20	1	1	0	0
4-04-20	2	2	0	2
5-04-20	1	2	0	2
6-04-20	2	3	0	2
7-04-20	2	3	0	2
8-04-20	2	3	0	2

Tabel 4. Pasien Positif COVID-19 Surabaya Selatan

Tanggal	Surabaya Selatan							
	Dukuh Pakis	Gayungan	Jambangan	Karang Pilang	Sawahan	Wiyung	Wonocolo	Wonokromo
22-03-20	3	0	0	0	0	2	0	4
23-03-20	3	0	0	0	0	2	0	4
24-03-20	5	0	0	0	0	3	0	6
25-03-20	5	0	0	0	0	3	0	6
26-03-20	5	0	0	0	0	3	0	6
27-03-20	5	0	0	0	0	3	0	6
28-03-20	5	0	0	0	0	3	0	6
29-03-20	6	0	0	0	1	4	0	7
30-03-20	6	0	0	0	1	4	0	7
31-03-20	6	0	0	0	1	4	0	7
1-04-20	6	0	0	0	1	4	0	7
2-04-20	6	0	0	0	1	4	0	7
3-04-20	6	0	0	0	1	4	0	7
4-04-20	8	0	1	0	1	8	0	9
5-04-20	9	0	1	0	1	8	0	10
6-04-20	9	0	1	1	1	8	0	11
7-04-20	9	0	1	1	1	8	0	11
8-04-20	9	0	1	1	1	8	0	11

Tabel 5. Pasien Positif COVID-19 Surabaya Utara

Tanggal	Surabaya Utara				
	Bulak	Kenjeran	Krempangan	Pabean Cantian	Sempir
22-03-20	2	0	0	0	1
23-03-20	2	0	0	0	1
24-03-20	2	0	0	0	1
25-03-20	2	0	0	0	1
26-03-20	2	0	0	0	1
27-03-20	2	0	0	0	1
28-03-20	2	0	0	0	1
29-03-20	2	0	0	0	1
30-03-20	2	0	0	0	1
31-03-20	2	0	0	0	1
1-04-20	2	0	0	0	1
2-04-20	2	1	0	0	1
3-04-20	2	1	0	0	1
4-04-20	3	2	1	0	2
5-04-20	2	2	1	0	2
6-04-20	2	3	1	0	2
7-04-20	2	3	1	0	2
8-04-20	2	3	1	0	2

Berdasarkan data dari Tabel 1 sampai Tabel 5, peramalan jumlah pasien untuk periode selanjutnya menggunakan metode *Simple Exponential Smoothing* dengan nilai $\alpha = 0.05$. Data peramalan non-akumulatif yang diperoleh ditampilkan pada Tabel 6. Jumlah permintaan (pasien positif) pada tanggal 8 April 2020 digunakan sebagai acuan untuk mengakomodasi jumlah pasien sebelumnya yang tidak dapat ditangkap oleh data pasien awal.

3. Data Area Dan Rumah Sakit

Untuk menangani kasus COVID-19 di wilayah Surabaya, pemerintah kota Surabaya menunjuk 19 Rumah Sakit sebagai rumah sakit rujukan. Kapasitas dari tiap rumah sakit ini diasumsikan sebesar 20 ruang isolasi per rumah sakit. Satu ruang isolasi digunakan untuk satu orang pasien. Pasien COVID-19 dirawat dengan durasi 14 hari. Sedangkan untuk jumlah pasien awal dan pasien keluar diasumsikan 0 karena keterbatasan akses data.

Jarak antar tiap area (dalam hal ini kecamatan) ke tiap rumah sakit rujukan dihitung dengan bantuan *Google Maps*. Data yang diperoleh dirangkum dalam Tabel 7. Data tersebut adalah data dalam satuan kilometer (KM).

Tabel 6. Data Peramalan jumlah pasien untuk periode 9 April – 15 April 2020

Demam	Pasien																														
	Area																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
8-Apr-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9-Apr-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10-Apr-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11-Apr-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12-Apr-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13-Apr-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14-Apr-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15-Apr-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 7. Data jarak Rumah Sakit ke tiap Area

Disease	Area																																						
	Aren	Rovi	Berani	Lakasatri	Pala	Sombere	Suwanngga	Tambes	Gubeg	Gung	Angr	Moyonep	Ingupit	Sacili	Tembakeri	Tegalis	Meoyo	Bubayar	Bereng	Smerah	Tegali	Duh	Pakis	Cayung	Lamangan	Karang	Piang	Saibara	Winyung	Wonooco	Wiroviroco	Bukak	Wenara	Itembaragan	Pabean	Cantian	Benamar		
Angsal	0	11,00	19,80	15,30	19,70	15,40	8,40	11,00	1,60	12,50	4,68	11,30	9,20	2,60	7,80	4,40	1,70	3,30	3,90	9,30	9,20	9,30	9,20	9,30	11,70	11,60	11,30	10,40	10,70	9,20	8,40	10,70	7,80	5,90	7,10	9,40	6,20	8,20	7,70
RSID Dr. Soetomo	1	14,00	21,40	17,00	22,00	18,00	11,40	14,00	4,70	15,10	1,10	9,10	5,60	3,70	6,30	7,90	4,80	6,40	6,40	9,90	12,70	11,60	11,30	11,60	11,30	10,40	10,70	10,40	10,70	9,20	8,70	5,10	7,50	9,60	11,10	11,10	10,30		
Rumah Sakit Universitas Airlangga (RS UNAIR)	2	9,40	10,00	14,90	18,10	15,40	7,10	9,40	4,10	15,40	7,60	13,90	11,60	1,00	10,60	2,30	1,30	2,10	4,30	10,50	9,70	14,20	3,40	10,50	9,30	7,60	7,70	3,30	4,20	5,70	3,10	4,20	5,70	3,10	4,20	5,70	3,10		
RS Anjasmad-Ulcan	3	9,50	19,80	17,50	20,20	16,20	9,50	11,50	9,10	20,10	11,70	18,00	14,10	7,10	15,60	5,10	6,50	6,50	6,50	9,80	12,70	15,20	14,10	10,50	7,10	15,10	14,10	11,80	11,00	3,40	3,20	2,20	2,10						
RS Pak Sembaga	4	8,00	4,30	9,20	1,70	4,10	8,40	5,40	14,10	25,10	20,10	19,50	23,60	15,90	19,60	11,20	14,50	19,00	11,30	10,10	10,20	10,10	14,20	11,40	11,10	11,30	11,50	11,60	10,80	13,40	15,90	17,00							
RSID Bakti Prima Husada Surabaya	5	15,20	20,70	11,50	22,10	15,30	10,10	15,40	6,50	9,00	10,50	8,40	15,10	10,10	5,30	9,60	8,00	11,00	6,00	9,30	2,50	9,40	7,40	6,40	8,80	6,55	3,50	13,90	15,60	12,70	14,40	14,40							
Rumah Sakit Islam Semarang	6	10,40	16,60	13,10	18,20	13,10	6,40	9,50	1,40	12,90	5,30	11,50	10,10	4,00	8,00	4,30	2,70	4,40	1,90	7,20	7,70	7,70	11,60	3,70	10,10	6,60	4,40	6,10	7,50	6,20	8,50	8,10							
RS Sion Hospital	7	14,70	30,40	16,10	11,80	17,40	20,00	13,10	3,30	8,50	9,60	7,40	9,10	6,50	1,50	8,30	5,60	7,50	5,30	10,10	10,60	10,20	10,60	8,00	15,10	7,40	7,00	6,50	8,10	10,50	12,00	11,40							
RS Hesi Surabaya	8	11,30	21,00	14,30	12,40	16,60	16,60	13,70	4,50	7,60	7,30	6,50	9,70	7,60	4,00	9,10	5,10	10,10	10,10	6,50	7,50	11,30	8,70	10,10	3,50	4,70	10,90	11,10	12,00	13,90	13,00								
Rumah Sakit Premier Surabaya	9	10,70	19,00	14,70	19,40	15,30	8,10	10,70	1,00	11,10	4,60	11,40	9,10	1,20	8,20	4,00	1,30	3,50	5,40	9,10	9,10	9,10	11,30	5,00	10,60	8,10	6,00	6,10	5,70	6,40	7,30	7,40							
Rumah Sakit Husada Utama	10	11,10	20,90	11,40	11,90	15,60	10,10	13,20	6,00	9,70	10,10	13,10	15,00	10,90	3,80	9,40	8,70	10,90	3,70	4,20	4,20	4,20	7,10	8,10	8,10	3,10	3,10	15,20	15,10	12,40	14,20								
RS Egejilane Surabaya (RS Smitone) Meridioso	11	13,70	19,30	15,50	20,70	15,10	8,50	12,00	2,20	8,50	5,40	6,10	8,20	5,20	6,30	7,40	4,70	6,70	4,40	6,30	7,40	7,70	11,30	6,00	8,00	6,50	4,50	5,00	8,70	9,60	11,10	10,50							
Rumah Sakit Mayor Hospital Centre	12	11,30	15,20	12,40	6,10	14,60	6,10	5,30	6,10	11,10	10,10	10,10	15,10	14,90	12,50	10,20	11,30	11,70	11,70	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30						
RS National Hospital	13	17,10	22,60	13,20	14,40	17,10	12,20	15,30	7,60	9,70	10,10	7,40	13,10	13,10	4,00	11,10	10,20	13,20	7,90	10,10	10,10	10,10	10,10	10,10	10,10	10,10	10,10	10,10	10,10	10,10	10,10	10,10							
RS Spid Surabaya	14	10,20	16,20	10,40	17,10	11,20	5,80	8,30	3,10	11,60	8,10	10,10	11,70	6,20	5,90	5,10	4,60	7,10	1,50	5,70	5,40	4,50	4,50	8,40	10,30	10,10	2,40	5,40	14,50	14,20	14,90	16,10							
RS Gajah S. Vientenas (RS Poin) IKZ	15	11,80	18,30	10,20	19,70	13,50	7,50	11,00	4,40	10,10	10,10	12,10	13,10	6,30	5,30	7,90	6,50	8,20	9,40	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10	7,10							
RS Jati Surabaya	16	10,20	16,00	9,00	17,40	10,30	6,10	5,10	5,00	12,10	10,10	11,40	13,10	6,30	6,30	6,40	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30							
RS Socmi Binjaya	17	4,90	10,60	7,80	17,00	7,10	1,10	3,10	7,90	10,10	10,10	15,60	15,40	10,60	12,40	6,60	8,00	9,30	5,90	4,40	4,50	4,50	10,60	11,30	11,30	4,40	4,40	7,80	10,60	9,40	11,30	11,00							
RS Mitra Alagesa Sakti	18	11,30	15,10	13,90	20,40	15,70	8,60	11,70	1,70	9,90	5,40	8,30	9,20	4,70	5,30	9,90	4,20	6,20	4,10	5,20	7,10	7,10	11,30	11,30	6,00	10,10	9,20	4,90	6,60	8,30	9,20	10,00							
RS Meur	19	11,30	15,10	13,90	20,40	15,70	8,60	11,70	1,70	9,90	5,40	8,30	9,20	4,70	5,30	9,90	4,20	6,20	4,10	5,20	7,10	7,10	11,30	11,30	6,00	10,10	9,20	4,90	6,60	8,30	9,20	10,00							

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Model program linier yang dibuat diselesaikan dengan menggunakan plugin PuLP dari bahasa pemrograman PYTHON. Hasil yang diperoleh adalah total jarak minimum (fungsi tujuan optimal) yang ditempuh oleh pasien sebesar 327,3 KM serta distribusi dari tiap area dan rumah sakit. Distribusi pasien pada tanggal 8 April 2020 (Hari ke 0) adalah sebagai berikut.

```
#Patient Distribution in Day 0
Patient from area [2] go to hospital [12] in day [0] are 3.0
Patient from area [4] go to hospital [4] in day [0] are 3.0
Patient from area [5] go to hospital [17] in day [0] are 5.0
Patient from area [7] go to hospital [6] in day [0] are 4.0
Patient from area [8] go to hospital [13] in day [0] are 4.0
Patient from area [9] go to hospital [1] in day [0] are 8.0
Patient from area [10] go to hospital [8] in day [0] are 6.0
Patient from area [11] go to hospital [1] in day [0] are 3.0
Patient from area [12] go to hospital [9] in day [0] are 1.0
Patient from area [13] go to hospital [13] in day [0] are 1.0
Patient from area [14] go to hospital [2] in day [0] are 2.0
Patient from area [15] go to hospital [2] in day [0] are 3.0
Patient from area [17] go to hospital [14] in day [0] are 2.0
Patient from area [18] go to hospital [12] in day [0] are 5.0
Patient from area [18] go to hospital [16] in day [0] are 4.0
Patient from area [20] go to hospital [10] in day [0] are 1.0
Patient from area [21] go to hospital [10] in day [0] are 1.0
Patient from area [22] go to hospital [6] in day [0] are 1.0
Patient from area [23] go to hospital [12] in day [0] are 8.0
Patient from area [25] go to hospital [15] in day [0] are 11.0
Patient from area [26] go to hospital [1] in day [0] are 2.0
Patient from area [27] go to hospital [2] in day [0] are 3.0
```

Patient from area [28] go to hospital [3] in day [0] are 1.0 Patient from area [30] go to hospital [3] in day [0] are 2.0
--

Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa pasien terbanyak berasal dari Wonokromo (Area 11) sebanyak 11 pasien yang sebaiknya ditempatkan pada RSAL dr. Ramelan (Hospital 15). Kemudian, pasien terbanyak kedua sebesar 8 orang berasal dari area Wiyung (Area 23) dan Mulyorejo (Area 9) yang masing-masing ditempatkan pada RS National Hospital (Hospital 12) dan RS UNAIR (Hospital 1).

Untuk jumlah pasien per rumah sakit pada hari ke 0, hasil yang diperoleh adalah:

#Day 0 Number of patient in Hospital [1] in day [0] are 13.0 Number of patient in Hospital [2] in day [0] are 8.0 Number of patient in Hospital [3] in day [0] are 3.0 Number of patient in Hospital [4] in day [0] are 3.0 Number of patient in Hospital [6] in day [0] are 5.0 Number of patient in Hospital [8] in day [0] are 6.0 Number of patient in Hospital [9] in day [0] are 1.0 Number of patient in Hospital [10] in day [0] are 2.0 Number of patient in Hospital [12] in day [0] are 16.0 Number of patient in Hospital [13] in day [0] are 5.0 Number of patient in Hospital [14] in day [0] are 2.0 Number of patient in Hospital [15] in day [0] are 11.0 Number of patient in Hospital [16] in day [0] are 4.0 Number of patient in Hospital [17] in day [0] are 5.0
--

Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa rumah sakit yang memiliki beban terberat adalah RS UNAIR (Hospital 1), RS National Hospital (Hospital 12) dan RSAL dr. Ramelan (Hospital 15).

Hari ke 1 (9 April 2020) tidak terjadi peningkatan jumlah pasien. Sehingga jumlah pasien per rumah sakit masih sama seperti hari ke 0. Lonjakan pasien baru terjadi pada hari ke-2 (10 April 2020) dengan distribusi sebagai berikut:

```
#Day 2
Patient from area [2] go to hospital [12] in day [2] are 1.0
Patient from area [9] go to hospital [1] in day [2] are 1.0
Patient from area [18] go to hospital [16] in day [2] are 1.0
Patient from area [23] go to hospital [12] in day [2] are 1.0
```

Sehingga pada rumah sakit 1, 12, dan 16 terjadi peningkatan jumlah pasien. Adapun total jumlah pasien pada ketiga rumah sakit tersebut menjadi:

```
#Day 2
Number of patient in Hospital [1] in day [2] are 14.0
Number of patient in Hospital [12] in day [2] are 18.0
Number of patient in Hospital [16] in day [2] are 5.0
```

Pada hari ke 3 hingga hari ke 7 terjadi lonjakan dengan distribusi sebagai berikut.

```
#Day 3
Patient from area [10] go to hospital [8] in day [3] are 1.0
Patient from area [22] go to hospital [6] in day [3] are 1.0
Patient from area [25] go to hospital [15] in day [3] are 1.0

#Day 4
Patient from area [4] go to hospital [4] in day [4] are 1.0

#Day 5
Patient from area [5] go to hospital [17] in day [5] are 1.0
```

Patient from area [7] go to hospital [6] in day [5] are 1.0
Patient from area [9] go to hospital [1] in day [5] are 1.0
Patient from area [15] go to hospital [9] in day [5] are 1.0
Patient from area [18] go to hospital [16] in day [5] are 1.0
Patient from area [23] go to hospital [12] in day [5] are 1.0
Patient from area [27] go to hospital [2] in day [5] are 1.0

#Day 6

Patient from area [8] go to hospital [13] in day [6] are 1.0
Patient from area [11] go to hospital [1] in day [6] are 1.0
Patient from area [17] go to hospital [14] in day [6] are 1.0
Patient from area [25] go to hospital [15] in day [6] are 1.0

#Day 7

Patient from area [9] go to hospital [1] in day [7] are 1.0
Patient from area [10] go to hospital [8] in day [7] are 1.0
Patient from area [23] go to hospital [12] in day [7] are 1.0

Sehingga pada hari ke 7 distribusi beban dari setiap rumah sakit dapat terlihat seperti berikut.

#Day 7

Number of patient in Hospital [1] in day [7] are 17.0
Number of patient in Hospital [2] in day [7] are 9.0
Number of patient in Hospital [3] in day [7] are 3.0
Number of patient in Hospital [4] in day [7] are 4.0
Number of patient in Hospital [6] in day [7] are 7.0
Number of patient in Hospital [8] in day [7] are 8.0
Number of patient in Hospital [9] in day [7] are 2.0
Number of patient in Hospital [10] in day [7] are 2.0
Number of patient in Hospital [12] in day [7] are 20.0
Number of patient in Hospital [13] in day [7] are 6.0

Number of patient in Hospital [14] in day [7] are 3.0
 Number of patient in Hospital [15] in day [7] are 13.0
 Number of patient in Hospital [16] in day [7] are 6.0
 Number of patient in Hospital [17] in day [7] are 6.0

Dari hasil perhitungan pada hari ke 7, beban setiap rumah sakit dapat terlihat. Jika yang dioptimalkan adalah jarak tempuh dengan acuan bahwa meminimasi jarak jangkauan merupakan perhatian utama pemerintah kota surabaya, maka RS National Hospital adalah rumah sakit yang paling pertama mengalami kapasitas penuh. Hasil ini juga dapat dijadikan acuan sebagai pertimbangan alokasi tenaga medis dan peningkatan kapasitas ruang isolasi.

D. PENUTUP

Simpulan dan Saran

Programa linier yang digunakan pada penelitian ini berhasil menemukan jarak tempuh minimal untuk alokasi pasien COVID-19 di wilayah kota Surabaya. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan kebijakan pemerintah dalam hal alokasi pasien untuk meminimasi jarak jangkau pasien serta dapat digunakan untuk prediksi beban kapasitas dari setiap rumah sakit rujukan yang telah ditunjuk.

Penelitian ini sendiri masih dapat dikembangkan dari segi peramalan data pasien positif. Saat ini metode yang digunakan adalah metode sederhana berupa *simple exponential smoothing*. Tidak menutup kemungkinan untuk mengembangkan metode peramalan lain yang lebih akurat. Hal lain yang dapat dikembangkan dari penelitian ini adalah pembuatan aplikasi yang lebih ramah pengguna sehingga perhitungan

programa linier yang digunakan pada penelitian ini dapat benar-benar diterapkan oleh pemerintah kota Surabaya. Dengan pemilihan Bahasa pemrograman PYTHON yang memang bisa dikombinasikan dengan berbagai perangkat, diharapkan akan ada peneliti yang menciptakan program aplikasi perhitungan berdasarkan kode PYTHON yang sudah diberikan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariefana, P. (2020a, March 30). *Update Peta Penyebaran Virus Corona di Surabaya 30 Maret 2020*. Suara.Com; Suara.com. <https://jatim.suara.com/read/2020/03/30/165545/update-peta-penyebaran-virus-corona-di-surabaya-30-maret-2020>
- Ariefana, P. (2020b, April 3). *Pasien Virus Corona di Surabaya dan Lamongan Melonjak*. Suara.Com; Suara.com. <https://jatim.suara.com/read/2020/04/03/191239/pasien-virus-corona-di-surabaya-dan-lamongan-melonjak>
- Charkhgard, H., Subramanian, V., Silva, W., & Das, T. K. (2018). An integer linear programming formulation for removing nodes in a network to minimize the spread of influenza virus infections. *Discrete Optimization*, 30, 144–167. <https://doi.org/10.1016/j.disopt.2018.06.005>
- Dasaklis, T. K., Pappis, C. P., & Rachaniotis, N. P. (2012). Epidemics control and logistics operations: A review. *International Journal of Production Economics*, 139(2), 393–410. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.05.023>
- Erfinanto, E. (2020, March 26). *Update Situasi Corona COVID-19 di Jawa Timur pada 26 Maret 2020*. Liputan6.Com; Liputan6. <https://surabaya.liputan6.com/read/4212226/update-situasi-corona-covid-19-di-jawa-timur-pada-26-maret-2020>
- He, L., Chalil Madathil, S., Oberoi, A., Servis, G., & Khasawneh, M. T. (2019). A systematic review of research design and modeling

techniques in inpatient bed management. *Computers & Industrial Engineering*, 127, 451–466.
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.10.033>

Iswiarno, C. (2020, April 5). *Update Sebaran Covid-19 di Surabaya 5 April 2020: Ada 3 Pasien Positif Baru*. Suara.Com; Suara.com.
<https://jatim.suara.com/read/2020/04/05/100527/update-sebaran-covid-19-di-surabaya-5-april-2020-ada-3-pasien-positif-baru>

Kurniawan, D. (2020, March 25). *Update Corona COVID-19 di Jawa Timur per 24 Maret 2020*. Liputan6.Com.
<https://surabaya.liputan6.com/read/4210597/update-corona-covid-19-di-jawa-timur-per-24-maret-2020>

Liu, M., Cao, J., Liang, J., & Chen, M. (2020). Medical Resources Order and Shipment in Community Health Service Centers. In *Epidemiclogistics Modeling: A New Perspective on Operations Research* (pp. 215–229). Springer.

Melani, A. (2020a, March 25). *Peta Sebaran Corona COVID-19 di Surabaya pada 25 Maret 2020*. Liputan6.Com; Liputan6.
<https://surabaya.liputan6.com/read/4211311/peta-sebaran-corona-covid-19-di-surabaya-pada-25-maret-2020>

Melani, A. (2020b, March 28). *Peta Sebaran Corona COVID-19 di Surabaya pada 27 Maret 2020*. Liputan6.Com; Liputan6.
<https://surabaya.liputan6.com/read/4213201/peta-sebaran-corona-covid-19-di-surabaya-pada-27-maret-2020>

Melani, A. (2020c, March 29). *Peta Sebaran Corona Covid-19 di Surabaya pada 28 Maret 2020*. Liputan6.Com; Liputan6.
<https://surabaya.liputan6.com/read/4213977/peta-sebaran-corona-covid-19-di-surabaya-pada-28-maret-2020>

Melani, A. (2020d, March 30). *Peta Sebaran Corona COVID-19 di Surabaya pada 29 Maret 2020*. Liputan6.Com; Liputan6.
<https://surabaya.liputan6.com/read/4214350/peta-sebaran-corona-covid-19-di-surabaya-pada-29-maret-2020>

Pemerintah Kota Surabaya. (2020, March 23). *Surabaya Tanggap COVID-19*. Surabaya.Go.Id. <https://lawancovid-19.surabaya.go.id/>

Santoso, B. (2020a, March 31). *Peta Penyebaran Virus Corona di Surabaya 31 Maret 2020*. Suara.Com; Suara.com. <https://jatim.suara.com/read/2020/03/31/082621/peta-penyebaran-virus-corona-di-surabaya-31-maret-2020>

Santoso, B. (2020b, April 1). *Peta Penyebaran Virus Corona di Surabaya 1 April 2020*. Suara.Com; Suara.com. <https://jatim.suara.com/read/2020/04/01/085102/peta-penyebaran-virus-corona-di-surabaya-1-april-2020>

Santoso, B. (2020c, April 2). *PDP Bertambah, Ini Peta Sebaran Virus Corona di Surabaya 2 April 2020*. Suara.Com; Suara.com. <https://jatim.suara.com/read/2020/04/02/083818/pdp-bertambah-ini-peta-sebaran-virus-corona-di-surabaya-2-april-2020>

Santoso, B. (2020d, April 6). *Peta Sebaran Virus Corona Surabaya 6 April 2020: Pasien Positif Bertambah*. Suara.Com; Suara.com. <https://jatim.suara.com/read/2020/04/06/074248/peta-sebaran-virus-corona-surabaya-6-april-2020-pasien-positif-bertambah>

Santoso, B. (2020e, April 7). *Peta Sebaran Corona di Surabaya 7 April 2020: Pasien Sembuh Bertambah*. Suara.Com; Suara.com. <https://jatim.suara.com/read/2020/04/07/072048/peta-sebaran-corona-di-surabaya-7-april-2020-pasien-sembuh-bertambah>

Santoso, B. (2020f, April 8). *Peta Sebaran Virus Corona di Surabaya 8 April 2020: Pasien Tewas Bertambah*. Suara.Com; Suara.com. <https://jatim.suara.com/read/2020/04/08/070905/peta-sebaran-virus-corona-di-surabaya-8-april-2020-pasien-tewas-bertambah>

Sulaiman, M. R. (2020, April 4). *Update Peta Sebaran Virus Corona di Surabaya 4 April 2020: Kasus Naik Tajam*. Suara.Com; Suara.com. <https://jatim.suara.com/read/2020/04/04/081231/update-peta-sebaran-virus-corona-di-surabaya-4-april-2020-kasus-naik-tajam>

- Sun, L., DePuy, G. W., & Evans, G. W. (2014). Multi-objective optimization models for patient allocation during a pandemic influenza outbreak. *Computers & Operations Research*, *51*, 350–359. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2013.12.001>
- World Health Organization. (2010). WHO | Pandemic (H1N1) 2009 - update 102. *Who.Int.* https://doi.org//entity/csr/don/2010_05_28/en/index.html

