

Prediksi Penyebaran COVID-19 Kota Surabaya dengan Simulasi Monte Carlo

Abduh Sayid Albana, Sulaiman Azhari

Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Telkom Surabaya,
Jalan Ketintang No. 156, Surabaya, 60231, Indonesia
abduh.albana@ittelkom-sby.ac.id

Abstrak

Penelitian ini membahas tentang prediksi penyebaran Corona Virus Diseases 19 (COVID-19) di wilayah kota Surabaya. Metode yang digunakan adalah Simulasi Monte Carlo. Metode tersebut digunakan untuk mengetahui estimasi dari jumlah pasien ODP (Orang Dalam Pengamatan), PDP (Pasien Dalam Pengawasan), positif terinfeksi, sembuh, dan meninggal. Simulasi dilakukan dengan bantuan software Argo Simulation dan dilakukan sebanyak 10.000 kali pengulangan. Dari hasil simulasi diperoleh data prediksi jumlah pasien COVID-19 dengan besaran galat tertentu. Galat tersebut memiliki tingkat galat berupa under-prediction dan over-prediction. Nilai galat terbesar dari under prediction adalah 11% sedangkan untuk over-prediction sebesar 23%. Hasil prediksi ini dapat digunakan sebagai bahan masukan untuk penelitian-penelitian terkait yang membutuhkan prediksi jumlah pasien COVID-19 untuk wilayah Surabaya.

Kata kunci: COVID-19, simulasi, Monte Carlo

1. Pendahuluan

Corona Virus Disease 2019 (COVID-19) pertama kali diketahui pada akhir tahun 2019 di Wuhan, China. Virus ini menyerang sistem pernapasan dengan gejala seperti pneumonia (Wikipedia, 2019). Virus ini yang tergolong virus baru sehingga belum memiliki penawar dan sudah menyebar ke seluruh penjuru dunia hingga tak terkendali. Ada lebih dari 200 negara yang melaporkan adanya kasus COVID-19 ini termasuk Indonesia (Wikipedia, 2019). Dalam kondisi saat ini, virus Corona yang telah ditetapkan oleh WHO (*World Health Organization*) sebagai pandemi. Per 12 April 2020, terdapat setidaknya 1.775.210 kasus dengan jumlah kematian mencapai 108.544 dan sembuh sebanyak 401.517 jiwa. Dan juga total kasus orang yang terinfeksi Corona di Indonesia mencapai 4.241 dengan jumlah pasien yang sembuh sebanyak 359 dan kematian sebanyak 373 hingga tanggal 12 April. Kasus paling banyak hingga sampai saat ini berada di Jakarta. Namun tidak sedikit pula kasus yang menyebar di seluruh provinsi salah satunya yaitu Jawa Timur. Dengan skala kasus yang massif tersebut, COVID-19 ditetapkan sebagai epidemik bencana nasional.

Majemen pengelolaan epidemik sendiri digolongkan ke dalam perencanaan jangka menengah (Dasaklis, dkk, 2012). Dasaklis, dkk. (2012) menghimpun studi pustaka mengenai pengendalian epidemik dari segi perencanaan rantai pasok. Sedangkan Liu, dkk. (2020) menulis mengenai pengendalian logistik untuk epidemik dari segi penelitian operasional. Ivanov (2020) menulis mengenai penggunaan simulasi untuk pengelolaan rantai pasok pada kasus pandemik COVID-19.

Salah satu komponen penting dalam perencanaan adalah estimasi *demand*. Dalam hal ini, *demand* adalah jumlah pasien terjangkit COVID-19. Beberapa penelitian telah dilakukan dalam rangka mengestimasi *demand* pada kasus COVID-19. Penelitian awal *mathematic modeling* tentang epidemik dilakukan oleh Kermack dan McKendrick (1927). Penelitian Kermack dan McKendrick (1927) ini menjadi acuan utama penelitian tentang peramalan pandemik. Albana (2020) menggunakan *simple exponential smoothing* untuk peramalan jumlah pasien per kecamatan di wilayah Surabaya. Penelitiannya berfokus pada optimasi alokasi rumah sakit.

Kemudian, Jawa Timur sendiri merupakan Provinsi yang memiliki jumlah kasus COVID-19 terbanyak setelah Jakarta. Lebih dari 180 pasien positif COVID-19 berasal dari Kota Surabaya. Hal ini menjadikan Kota Surabaya menjadi daerah yang paling banyak terinfeksi virus Corona mengingat Surabaya merupakan ibukota provinsi yang menjadi pusat berkumpulnya warga dari daerah lain. Berdasarkan web resmi pemerintah Surabaya, peta penyebaran virus Corona di Surabaya mulai dari Surabaya Barat hingga Surabaya Utara memiliki total ODP 1,398 orang, total PDP 523 orang, dan total konfirmasi sebanyak 208 orang yang tersebar di beberapa kecamatan yang ada di Surabaya.

Berdasarkan penelitian-penelitian dan kondisi terkini wilayah Surabaya, model estimasi *demand* COVID-19 untuk wilayah Surabaya sangatlah dibutuhkan. Penelitian ini berfokus pada estimasi *demand* COVID-19 di wilayah kota Surabaya. Metode yang dipilih adalah Simulasi *Monte Carlo*. Pembahasan mendetail mengenai metode dan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini secara rinci dijabarkan pada bab selanjutnya.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan data-data yang diperoleh dari halaman <https://lawancovid-19.surabaya.go.id/> (Pemerintah Kota Surabaya, 2019). Data ini dijabarkan pada subbab 2.1. Kemudian metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah simulasi *Monte Carlo* yang akan dibahas pada subbab 2.3.

2.1. Data COVID-19 Surabaya

Data pasien COVID-19 wilayah Surabaya diperoleh dari <https://lawancovid-19.surabaya.go.id/> (Pemerintah Kota Surabaya, 2019). Data tersebut dirangkum mulai dari tanggal 23 Maret hingga 23 April 2020. Data tersebut dirangkum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Data Kumulatif Pasien COVID-19 Kota Surabaya

Tanggal	ODP	PDP	Positif	Sembuh	Meninggal
23/03/20	135	7	23	0	0
24/03/20	182	8	29	0	0
25/03/20	182	8	29	0	0
26/03/20	189	16	31	5	0
27/03/20	193	34	31	5	0
28/03/20	193	34	31	5	0
29/03/20	206	61	38	7	0
30/03/20	207	66	38	10	3
31/03/20	237	73	38	11	3
01/04/20	258	137	41	11	3
02/04/20	508	229	41	11	4
03/04/20	575	221	74	14	4
04/04/20	653	251	77	17	6
05/04/20	814	309	84	21	6
06/04/20	832	318	84	23	6
07/04/20	1056	367	84	23	8
08/04/20	1056	416	84	24	8
09/04/20	1167	448	93	27	8
10/04/20	1255	497	97	33	10
11/04/20	1290	519	97	34	11
12/04/20	1360	502	180	34	11
13/04/20	1398	523	208	39	20
14/04/20	1447	536	228	39	23
15/04/20	1560	585	244	43	24
16/04/20	1658	634	246	43	24
17/04/20	1728	669	250	45	25

Tabel 1. Data Kumulatif Pasien COVID-19 Kota Surabaya (lanjutan)

Tanggal	ODP	PDP	Positif	Sembuh	Meninggal
18/04/20	1806	703	270	45	29
19/04/20	1892	745	299	45	31
20/04/20	1941	795	299	45	31
21/04/20	2007	829	310	46	33
22/04/20	2072	870	315	51	34

Data kumulatif ini dapat dipecah menjadi data per hari seperti yang terangkum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Data Harian Pasien COVID-19 Kota Surabaya

Tanggal	ODP	PDP	Positif	Sembuh	Meninggal
23/03/20	135	7	23	0	0
24/03/20	47	1	6	0	0
25/03/20	0	0	0	0	0
26/03/20	7	8	2	5	0
27/03/20	4	18	0	0	0
28/03/20	0	0	0	0	0
29/03/20	13	27	7	2	0
30/03/20	1	5	0	3	3
31/03/20	30	7	0	1	0
01/04/20	21	64	3	0	0
02/04/20	250	92	0	0	1
03/04/20	67	-8	33	3	0
04/04/20	78	30	3	3	2
05/04/20	161	58	7	4	0
06/04/20	18	9	0	2	0
07/04/20	224	49	0	0	2
08/04/20	0	49	0	1	0
09/04/20	111	32	9	3	0
10/04/20	88	49	4	6	2
11/04/20	35	22	0	1	1
12/04/20	70	-17	83	0	0
13/04/20	38	21	28	5	9
14/04/20	49	13	20	0	3
15/04/20	113	49	16	4	1
16/04/20	98	49	2	0	0
17/04/20	70	35	4	2	1
18/04/20	78	34	20	0	4
19/04/20	86	42	29	0	2
20/04/20	49	50	0	0	0
21/04/20	66	34	11	1	2
22/04/20	65	41	5	5	1
23/04/20	53	25	10	10	6

2.2. Perhitungan Nilai Probabilitas

Dari Tabel 1, terdapat tiga jenis perubahan untuk setiap kondisi pasien, yaitu berkurang, tetap, atau bertambah. Dari data Tabel 2, diperoleh nilai perubahan tersebut yang dirangkum dalam Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Probabilitas Perubahan Data Pasien COVID-19 Kota Surabaya

Probabilitas	ODP	PDP	Positif	Sembuh	Meninggal
Pengurangan	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00
Tetap	0.09	0.06	0.34	0.44	0.53
Pertambahan	0.91	0.88	0.66	0.56	0.47
Total	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Setiap kondisi pasien sendiri juga memiliki kemungkinan nilai perubahan. Kondisi perubahan pasien untuk tiap jenis pengurangan dan penambahan dikelompokkan menjadi 10 tingkatan yang dirangkum dalam Tabel 4 sampai Tabel 9.

Tabel 4. Penambahan Jumlah ODP

Rentang	Jumlah	Probabilitas	Probabilitas Kumulatif
1 - 25	6	0.21	0.21
26 - 50	6	0.21	0.43
51 - 75	6	0.21	0.64
76 - 100	5	0.18	0.82
101 - 125	2	0.07	0.89
126 - 150	0	0.00	0.89
151 - 175	1	0.04	0.93
176 - 200	0	0.00	0.93
201 - 225	1	0.04	0.96
226 - 250	1	0.04	1.00
Total Data	28	1	1

Tabel 5. Pengurangan Jumlah PDP

Rentang	Jumlah	Probabilitas	Probabilitas Kumulatif
-20 - -19	0	0	0
-18 - -17	1	0.5	0.5
-16 - -15	0	0	0.5
-14 - -13	0	0	0.5
-12 - -11	0	0	0.5
-10 - -9	0	0	0.5
-8 - -7	1	0.5	1
-6 - -5	0	0	1
-4 - -3	0	0	1
-2 - -1	0	0	1
Total Data	2	1	1

Tabel 6. Penambahan Jumlah PDP

Rentang	Jumlah	Probabilitas	Probabilitas Kumulatif
1 - 10	5	0.19	0.19
11 - 20	2	0.07	0.26
21 - 30	5	0.19	0.44
31 - 40	4	0.15	0.59
41 - 50	8	0.30	0.89
51 - 60	1	0.04	0.93
61 - 70	1	0.04	0.96
71 - 80	0	0.00	0.96
81 - 90	0	0.00	0.96
91 - 100	1	0.04	1.00
Total Data	27	1	1

Tabel 7. Penambahan Jumlah Positif Terinfeksi

Rentang	Jumlah	Probabilitas	Probabilitas Kumulatif
1 - 10	12	0.60	0.60
11 - 20	4	0.20	0.80
21 - 30	2	0.10	0.90
31 - 40	1	0.05	0.95
41 - 50	0	0.00	0.95
51 - 60	0	0.00	0.95
61 - 70	0	0.00	0.95
71 - 80	0	0.00	0.95
81 - 90	1	0.05	1.00
91 - 100	0	0.00	1.00
Total Data	20	1	1

Tabel 8. Penambahan Jumlah Sembuh

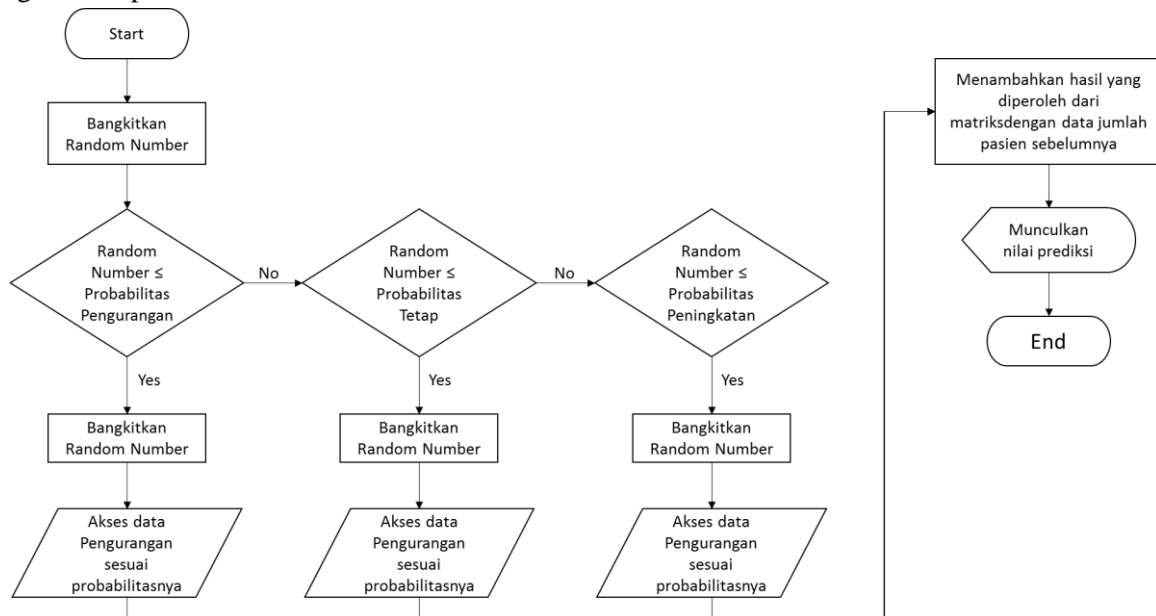
Rentang	Jumlah	Probabilitas	Probabilitas Kumulatif
1 - 1	4	0.22	0.22
2 - 2	3	0.17	0.39
3 - 3	4	0.22	0.61
4 - 4	2	0.11	0.72
5 - 5	3	0.17	0.89
6 - 6	1	0.06	0.94
7 - 7	0	0.00	0.94
8 - 8	0	0.00	0.94
9 - 9	0	0.00	0.94
10 - 10	1	0.06	1.00
Total Data	18	1	1

Tabel 9. Penambahan Jumlah Meninggal

Rentang	Jumlah	Probabilitas	Probabilitas Kumulatif
1 - 1	5	0.33	0.33
2 - 2	5	0.33	0.67
3 - 3	2	0.13	0.80
4 - 4	1	0.07	0.87
5 - 5	0	0.00	0.87
6 - 6	1	0.07	0.93
7 - 7	0	0.00	0.93
8 - 8	0	0.00	0.93
9 - 9	1	0.07	1.00
10 - 10	0	0.00	1.00
Total Data	15	1	1

2.3. Model Simulasi Monte Carlo

Model Simulasi *Monte Carlo* dilakukan dengan bantuan *Software Argo Simulation* yang merupakan *add-ins* pada Ms. Excel. Secara umum, model Simulasi *Monte Carlo* dilakukan seperti pada diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Simulasi *Monte Carlo* untuk Prediksi Penyebaran COVID-19 Surabaya

Simulasi ini diulang sebanyak 10.000 kali. Nilai rata-rata (*means*) dari 10.000 kali replikasi ini menjadi nilai *Expected Value*. Nilai *Expected Value* ini dibandingkan dengan data real untuk menemukan GAP atau galat dalam peramalan. Hasil mendetail dari simulasi *Monte Carlo* yang dilakukan dirangkum dalam Tabel 10.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil simulasi *Monte Carlo* yang dibuat tersebut, meski tingkat galat dalam simulasi tersebut masih sangat tinggi (23%), tetapi galat tersebut adalah galat *over prediction*. Sedangkan galat *under-prediction* sendiri berada di angka 11%. Angka-angka prediksi ini diharapkan dapat digunakan oleh para peneliti sebagai acuan untuk penelitian-penelitian berikutnya.

Tabel 10. Hasil Simulasi Monte Carlo

Tanggal	ODP			PDP		
	Real	Expected Value	Gap	Real	Expected Value	Gap
13-Apr-20	1398	1425	2%	523	531	2%
14-Apr-20	1447	1491	3%	536	560	5%
15-Apr-20	1560	1556	0%	585	590	1%
16-Apr-20	1658	1621	2%	634	619	2%
17-Apr-20	1728	1686	2%	669	648	3%
18-Apr-20	1806	1752	3%	703	677	4%
19-Apr-20	1892	1816	4%	745	707	5%
20-Apr-20	1941	1880	3%	795	736	7%
21-Apr-20	2007	1945	3%	829	765	8%
22-Apr-20	2072	2010	3%	870	794	9%
23-Apr-20	2125	2074	2%	895	823	8%

Tabel 10. Hasil Simulasi Monte Carlo (lanjutan)

Tanggal	Positif			Sembuh			Meninggal		
	Real	Expected Value	Gap	Real	Expected Value	Gap	Real	Expected Value	Gap
13-Apr-20	208	189	9%	39	36	8%	20	35	10%
14-Apr-20	228	198	13%	39	38	3%	23	36	7%
15-Apr-20	244	208	13%	43	40	8%	24	38	12%
16-Apr-20	246	217	12%	43	41	4%	24	38	10%
17-Apr-20	250	226	10%	45	43	4%	25	40	11%
18-Apr-20	270	236	13%	45	45	0%	29	41	8%
19-Apr-20	299	244	18%	45	47	5%	31	43	6%
20-Apr-20	299	254	15%	45	49	9%	31	44	3%
21-Apr-20	310	263	15%	46	51	10%	33	45	2%
22-Apr-20	315	272	14%	51	53	3%	34	46	10%
23-Apr-20	325	281	13%	61	54	11%	40	47	23%

4. Kesimpulan

Penelitian ini menggunakan metode simulasi *Monte Carlo* untuk meramalkan jumlah pasien COVID-19 di kota Surabaya. Dari hasil simulasi diperoleh gambaran sebaran jumlah pasien COVID-19 di wilayah kota Surabaya. Adapun simulasi ini memiliki tingkat galat berupa *under-prediction* dan *over-prediction*. Nilai gap terbesar dari *under prediction* adalah 11% sedangkan untuk *over-prediction* sebesar 23%. Hasil prediksi ini dapat digunakan sebagai bahan masukan untuk penelitian-penelitian terkait yang membutuhkan prediksi jumlah pasien COVID-19 untuk wilayah Surabaya sehingga peneliti selanjutnya dapat menggali lebih dalam dari data hasil prediksi ini.

Daftar Pustaka

- Albana, A.S. (2020). Optimasi alokasi pasien untuk kasus COVID-19 wilayah Surabaya. *JURNAL TECNOSCIENZA*, Vol. 4, No. 2, hal.181–200.
- Dasaklis, T.K., Pappis, C.P. dan Rachaniotis, N.P. (2012). Epidemics control and logistics operations: A review. *International Journal of Production Economics*, Vol. 139, No. 2, hal. 393–410.
- Ivanov, D. (2020). Predicting the impacts of epidemic outbreaks on global supply chains: A simulation-based analysis on the coronavirus outbreak (COVID-19/SARS-CoV-2) case. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol. 136, hal.101922.
- Kermack, W.O. dan McKendrick, A.G. (1927). A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics. *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, Vol. 115, No. 772, hal.700–721.
- Liu, M., Cao, J., Liang, J. dan Chen, M. (2020). *Epidemic-logistics Modeling: A New Perspective on Operations Research*. Singapore: Springer Singapore.
- Pemerintah Kota Surabaya. (2019). *Surabaya Tanggap COVID-19*. [online]. <https://lawancovid-19.surabaya.go.id/> (Diakses 16 April 2020).
- Wikipedia. (2019). *Coronavirus*. [online]. <https://en.wikipedia.org/wiki/Coronavirus> (Diakses 29 April 2020).