

Aplikasi pemodelan matematika dalam memodelkan penyebaran virus Covid-19 di Indonesia

Reynhard Haryman Pasaribu*, Zulfan Idris Shaleh Harahap, Bayu Arga Putra, Sri Laila Angelia Siregar

Program Studi Pendidikan Matematika, Pascasarjana, Universitas Negeri Medan

*Penulis Korespondensi: pepasaribu.reynhard@gmail.com

Abstract. Pandemics occur in the world, all countries experience shocks by the presence and spread of a virus, namely covid-19. So that the virus does not spread more widely, especially in Indonesia, it needs to be handled and handled well. The purpose of this study is to analyze, and interpret a simulation of a mathematical model of the spread of the covid-19 virus with cure rates and infection with the virus. In the preparation of the model obtained mathematical models. From the model obtained a range of percentage of virus spread with a cure rate, $I(n) < 1$. The results of the modeling show the virus spread will gradually decrease from the population.

Keywords: model mathematical; SIR; Covid-19

1. Pendahuluan

Dewasa ini, dunia mengalami guncangan yang sangat dahsyat dengan hadir dan tersebarnya sebuah virus yaitu, Covid-19. Covid-19 seperti di lansir di laman who-int menyatakan Covid-19 adalah penyakit menular yang disebabkan oleh jenis coronavirus yang baru ditemukan. Virus baru dan penyakit yang disebabkan ini tidak dikenal sebelum mulainya wabah di Wuhan, Tiongkok, bulan Desember 2019. COVID-19 ini sekarang menjadi sebuah pandemi yang terjadi di banyak negara di seluruh dunia.

Coronavirus adalah suatu kelompok virus yang dapat menyebabkan penyakit pada hewan atau manusia. Beberapa jenis coronavirus diketahui menyebabkan infeksi saluran nafas pada manusia mulai dari batuk pilek hingga yang lebih serius seperti Middle East Respiratory Syndrome (MERS) dan Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS). Coronavirus jenis baru yang ditemukan menyebabkan penyakit COVID-19.

Pemodelan matematika merupakan bidang dalam matematika yang berusaha untuk merepresentasikan dan menjelaskan sistem-sistem fisik atau problem pada dunia real dalam pernyataan matematika sehingga diperoleh pemahaman dari problem dunia real menjadi lebih tepat. Sederhananya model matematika merupakan usaha untuk menggambarkan suatu fenomena ke dalam bentuk rumus matematis sehingga mudah untuk dipelajari dan dilakukan perhitungan sebagai bagian dari representasi atas suatu fenomena yang terjadi.

Fenomena yang terjadi saat ini yaitu Tersebarnya virus COVID-19 dapat pula direpresentasikan kedalam bentuk pemodelan matematika yang mana akan membuat sebuah persamaan matematis dengan parameter-parameter yang dibutuhkan untuk merepresentasikan sejauh dan selama apa virus COVID-19 ini akan mewabah baik di dunia khususnya di Indonesia.

2. Metode

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah studi literatur atau kajian pustaka dengan tahap-tahap : (1) penentuan masalah, (2) perumusan masalah, (3) studi pustaka, (4) analisis dan pemecahan masalah, (5) penarikan kesimpulan. Pemilihan dan perumusan masalah diperlukan untuk membatasi permasalahan sehingga diperoleh bahan kajian yang jelas. Sehingga akan lebih mudah untuk menentukan langkah dalam memecahkan masalah tersebut. Tahap studi pustaka dilakukan dengan mengkaji sumber-sumber pustaka sehingga diperoleh gambaran umum penyebaran virus covid-19, model matematika, model epidemik SIR, sistem persamaan diferensial, dan simulasi model dengan *software Microsoft excel*. Dalam pembahasan masalah dilakukan beberapa langkah pokok yaitu

sebagai berikut. (1) Merancang model matematika pada penyebaran virus corona-19 dengan pengaruh angka infeksi dan kesembuhan, (2) Menentukan bilangan Infeksi awal (I_0), (3) Menginterpretasikan solusi model matematika.

3. Hasil dan Pembahasan

Model adalah representasi penyederhanaan dari sebuah realita yang kompleks dan mempunyai *feature* yang sama dengan tiruannya dalam melakukan *task* atau menyelesaikan permasalahan. Model adalah karakteristik umum yang mewakili sekelompok bentuk yang ada, atau representasi suatu masalah dalam bentuk yang lebih sederhana dan mudah dikerjakan. Dalam matematika, teori model adalah ilmu yang menyajikan konsep-konsep matematis melalui konsep himpunan, atau ilmu tentang model-model yang mendukung suatu sistem matematis. Model matematika yang diperoleh dari suatu masalah matematika yang diberikan, selanjutnya diselesaikan dengan aturan-aturan yang ada.

Pemodelan matematika telah banyak digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis dinamika penyebaran penyakit termasuk menganalisis keefektifan suatu intervensi kesehatan seperti keefektifan bakteri atau vaksinasi. Pada umumnya, model matematika penyebaran penyakit diformulasi dalam bentuk model matematika deterministik atau stokastik (Fourtiana,dkk,2018:14)

Salah satu tantangan dalam menganalisis dinamika penyebaran penyakit atau keefektifan sebuah intervensi kesehatan dengan menggunakan model matematika adalah kesensitifan dari parameter terhadap hasil dari model matematika. Hal tersebut berpengaruh pada keakuratan prediksi atau hasil dari model matematika tersebut. Oleh karena itu, dalam menganalisis dinamika atau keefektifan intervensi kesehatan dengan menggunakan model matematika diperlukan analisis sensitivitas untuk mengetahui parameter yang paling berpengaruh pada model matematika.

Lekone & Finkestadt (2006:62) yang mengatakan bahwa model matematika muncul sebagai alat yang berharga untuk memperoleh pengetahuan dari dinamika penyebaran penyakit menular. Salah satu model matematika epidemik untuk menganalisis penyebaran penyakit di antaranya adalah *SIR*. Model epidemi *SIR* dikenalkan oleh Kermack dan McKendrick pada tahun 1929. Hetcote (2000:42) menyebutkan bahwa pada model *SIR* populasi dibagi menjadi tiga kelompok yakni kelompok individu yang rentan penyakit (*susceptible*), kelompok individu yang terinfeksi (*infected*) dan kelompok individu yang telah sembuh dan kebal dari penyakit (*recovered*). Cuplikan data yang digunakan untuk covid-19 dari Kementerian Kesehatan RI, yaitu data tanggal 2 Juli 2020 dan 16 Juli 2020 (lihat Gambar 1a dan Gambar 1b).

Berdasarkan data yang ada diperoleh data pasien covid-19 yang terjangkit dan sehat, sebagai berikut:

Tabel 1. Data pasien terjangkit dan sembuh

Tanggal	2 Juli 2020	16 Juli 2020
I	59.394	81.668
R	26.667	40.345

Sumber : Kementerian Kesehatan RI

Keterangan :

I : *Infected* (terjangkit)

R : *Removed* (sembuh)

Berdasarkan data di tanggal 16 Juli 2020 kita mendapatkan persentase antara pasien yang sembuh terhadap pasien terjangkit sebesar 49,40% atau 0,4940. Sehingga, asumsi untuk rentang seseorang terkena covid-19 adalah 2 minggu. 49,40% pasien telah terinfeksi dan sembuh, maka dari data ini diperoleh model untuk R, yaitu:

$$R(n + 1) = R(n) + 0,4940I(n)$$

dan model untuk I, yaitu:

$$I(n + 1) = I(n) - 0,4940I(n) + aI(n)S(n)$$

SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA DAN PENDIDIKAN MATEMATIKA (5th SENATIK)
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA
FPMIPATI-UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
Semarang, 12 Agustus 2020

NO	PROVINSI	JUMLAH KASUS TANGGAL 2 JULI 2020			JUMLAH KASUS DENGAN FOLLOWUP SPESIMEN 2X NEGATIF			JUMLAH KASUS MENINGGAL		
		S/D 1 JULI 2020	2 JULI 2020	KASUS KUMULATIF	S/D 1 JULI 2020	2 JULI 2020	KUM	S/D 1 JULI 2020	2 JULI 2020	KUM
1	ACEH	86	0	86	31	0	31	3	0	3
2	BALI	1527	113	1640	860	15	875	15	1	16
3	BANTEN	1466	8	1474	660	222	882	79	0	79
4	BANGKA BELITUNG	155	0	155	134	2	136	2	0	2
5	BENGKULU	129	1	130	90	1	91	12	0	12
6	DI YOGYAKARTA	314	6	320	264	5	269	8	0	8
7	DKI JAKARTA	11633	190	11823	6680	191	6871	632	6	638
8	JAMBI	117	0	117	77	0	77	0	0	0
9	JAWA BARAT	3280	64	3344	1622	43	1665	177	0	177
10	JAWA TENGAH	4006	153	4159	1259	98	1357	160	10	170
11	JAWA TIMUR	12321	374	12695	4199	192	4391	926	22	948
12	KALIMANTAN BARAT	336	0	336	271	0	271	4	0	4
13	KALIMANTAN TIMUR	525	6	531	400	14	414	7	0	7
14	KALIMANTAN TENGAH	931	15	946	384	0	384	55	0	55
15	KALIMANTAN SELATAN	3223	114	3337	789	51	840	190	0	190
16	KALIMANTAN UTARA	206	0	206	159	6	165	2	0	2
17	KEPULAUAN RIAU	302	5	307	245	10	255	16	0	16
18	NUSA TENGGARA BARAT	1245	15	1260	823	11	834	63	0	63
19	SUMATERA SELATAN	2078	42	2120	1042	43	1085	93	8	101
20	SUMATERA BARAT	742	8	750	607	11	618	31	0	31
21	SULAWESI UTARA	1129	30	1159	201	18	219	82	0	82
22	SUMATERA UTARA	1601	89	1690	418	7	425	97	2	99
23	SULAWESI TENGGARA	405	59	464	237	10	247	6	1	7
24	SULAWESI SELATAN	5214	165	5379	1891	50	1941	168	0	168
25	SULAWESI TENGAH	186	0	186	157	1	158	5	0	5
26	LAMPUNG	191	2	193	151	2	153	12	0	12
27	RIAU	227	1	228	178	10	188	10	0	10
28	MALUKU UTARA	875	65	940	112	5	117	31	0	31
29	MALUKU	749	13	762	282	25	307	16	1	17
30	PAPUA BARAT	242	2	244	165	5	170	4	0	4
31	PAPUA	1846	70	1916	870	0	870	15	1	16
32	SULAWESI BARAT	117	2	119	84	1	85	2	0	2
33	NUSA TENGGARA TIMUR	113	5	118	40	14	54	1	0	1
34	GORONTALO	249	7	256	213	9	222	10	1	11
	Dalam Proses Verifikasi di Lapangan	4	0	4	0	0	0	0	0	0
	TOTAL	57770	1624	59394	25595	1072	26667	2934	53	2987

Gambar 1a. Data Pasien Terinfeksi Virus Covid-19 di Indonesia pada Tanggal 2 Juli 2020

**SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA DAN PENDIDIKAN MATEMATIKA (5th SENATIK)
PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA
FPMIPATI-UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
Semarang, 12 Agustus 2020**

NO	PROVINSI	JUMLAH KASUS TANGGAL 16 JULI 2020			JUMLAH KASUS DENGAN FOLLOWUP SPESIMEN 2X NEGATIF			JUMLAH KASUS MENINGGAL		
		S/D 15 JULI 2020	16 JULI 2020	KASUS KUMULATIF	S/D 15 JULI 2020	16 JULI 2020	KUM	S/D 15 JULI 2020	16 JULI 2020	KUM
1	ACEH	137	3	140	64	1	65	7	1	8
2	BALI	2421	112	2533	1613	106	1719	29	3	32
3	BANTEN	1612	17	1629	1140	15	1155	81	1	82
4	BANGKA BELITUNG	175	0	175	149	17	166	2	0	2
5	BENGKULU	170	1	171	105	1	106	16	0	16
6	DI YOGYAKARTA	396	8	404	309	4	313	10	1	11
7	DKI JAKARTA	15324	312	15636	9721	134	9855	706	7	713
8	JAMBI	125	0	125	95	0	95	2	0	2
9	JAWA BARAT	5310	40	5350	2064	38	2102	187	0	187
10	JAWA TENGAH	5914	214	6128	2116	80	2195	258	9	267
11	JAWA TIMUR	17395	179	17574	7482	444	7926	1275	26	1301
12	KALIMANTAN BARAT	355	4	359	341	0	341	4	0	4
13	KALIMANTAN TIMUR	756	24	780	519	15	534	17	0	17
14	KALIMANTAN TENGAH	1254	12	1266	574	0	574	70	0	70
15	KALIMANTAN SELATAN	4488	133	4621	1505	66	1571	229	5	234
16	KALIMANTAN UTARA	215	0	215	188	1	189	2	0	2
17	KEPULAUAN RIAU	341	0	341	295	6	301	16	0	16
18	NUSA TENGGARA BARAT	1620	30	1650	1025	27	1052	85	0	85
19	SUMATERA SELATAN	2784	48	2832	1340	21	1361	133	0	133
20	SUMATERA BARAT	805	1	806	687	3	690	32	0	32
21	SULAWESI UTARA	1741	28	1769	403	15	418	106	1	107
22	SUMATERA UTARA	2596	97	2693	606	29	635	130	5	135
23	SULAWESI TENGGARA	531	9	540	343	3	346	11	0	11
24	SULAWESI SELATAN	7452	178	7630	3275	211	3486	251	15	266
25	SULAWESI TENGAH	195	0	195	175	0	175	6	0	6
26	LAMPUNG	215	4	219	169	0	169	12	0	12
27	RIAU	246	5	251	222	2	224	11	0	11
28	MALUKU UTARA	1194	27	1221	144	4	148	39	0	39
29	MALUKU	920	6	926	579	19	598	17	0	17
30	PAPUA BARAT	292	4	296	202	0	202	4	0	4
31	PAPUA	2426	52	2478	1155	9	1164	25	1	26
32	SULAWESI BARAT	152	2	154	98	4	102	3	0	3
33	NUSA TENGGARA TIMUR	121	0	121	91	0	91	1	0	1
34	GORONTALO	392	24	416	257	20	277	20	1	21
	Dalam Proses Verifikasi di Lapangan	24	0	24	0	0	0	0	0	0
	TOTAL	80094	1574	81668	39050	1295	40345	3797	76	3873

Gambar 1b. Data Pasien Terinfeksi Virus Covid-19 di Indonesia pada Tanggal 16 Juli 2020

Kita asumsi populasi penduduk Indonesia sebanyak lebih kurang 269.600.000 jiwa penduduk, maka didapat:

$$I(0) = 59.394$$

$$S(0) = 269.540.606$$

$$I(1) = 60.695 \text{ (sumber data kementerian kesehatan RI di tanggal 3 Juli 2020)}$$

Maka, berdasarkan model $I(n)$ kita terlebih dahulu menemukan nilai a .

$$I(1) = I(0) - 0,4940I(0) + aI(0)S(0)$$

$$60695 = 59394 - 0,4940 * 59394 + a * 59394 * 269540606$$

$$a = 0,000000001914$$

Berikutnya kita menentukan model dari $S(n)$ dimana nilai nya terpengaruhi oleh pasien yang terinfeksi sehingga:

$$S(n + 1) = S(n) - aS(n)I(n)$$

Sehingga, kita dapat simpulkan model penyebaran covid-19 dengan menggunakan pemodelan SIR (*Susceptable, Infected dan Removed*), sebagai berikut:

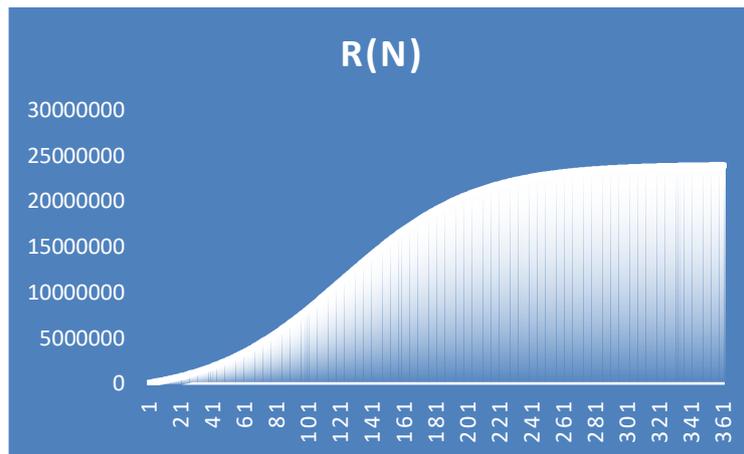
$$R(n + 1) = R(n) + 0,4940I(n)$$

$$I(n + 1) = I(n) - 0,4940I(n) + 0,000000001914I(n)S(n)$$

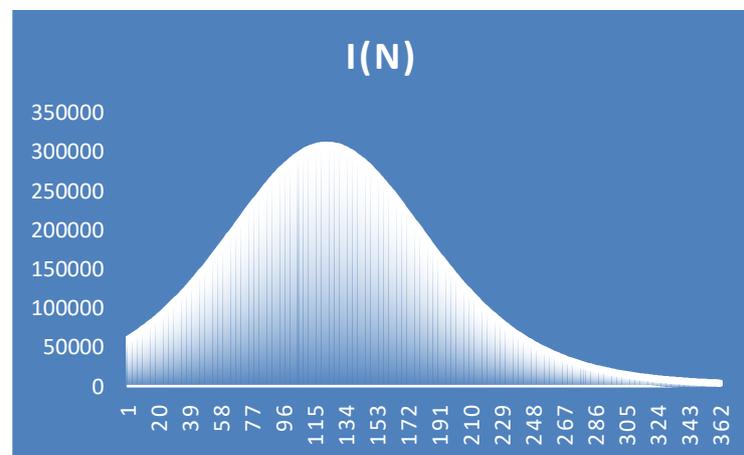
$$S(n + 1) = S(n) - 0,000000001914S(n)I(n)$$

$$I(0) = 59.394, S(0) = 269540606, R(0) = 0.$$

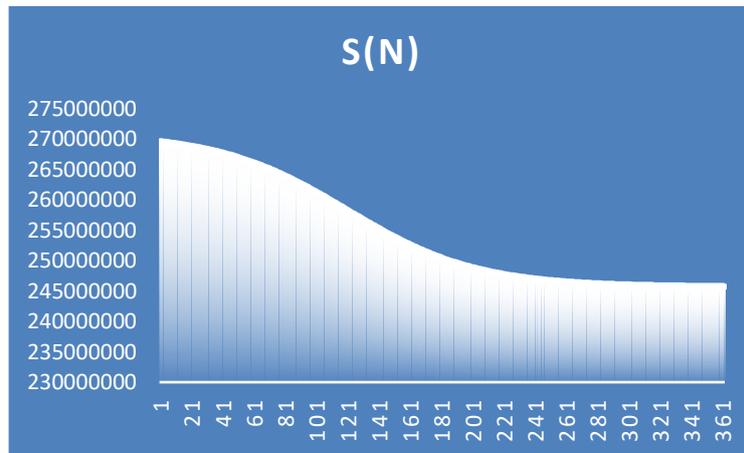
Dengan melakukan iterasi hingga minggu ke-361 didapat grafik sebagai berikut:



Gambar 2. Grafik Pasien *Removed* (Sembuh) terhadap penyebaran Covid-19 setelah minggu ke-361



Gambar 3. Grafik Pasien *Infected* (terjangkit) terhadap penyebaran Covid-19 setelah minggu ke-361



Gambar 4. Grafik Pasien *Suspected* (Rentan) terhadap penyebaran Covid-19 setelah minggu ke-361

Berdasarkan grafik dapat kita tarik kesimpulan: (1) bahwa pasien sembuh dalam rentang waktu 361 minggu kedepan akan semakin meningkat, (2) bahwa pasien terjangkit virus covid-19 hingga rentang waktu 361 minggu kedepan akan semakin menurun, serta (3) jumlah penduduk yang rentan terhadap virus covid-19 juga mengalami penurunan.

4. Penutup

Pemodelan matematika telah banyak digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisis dinamika penyebaran penyakit termasuk menganalisis keefektifan suatu intervensi kesehatan seperti keefektifan bakteri atau vaksinasi. Pada umumnya, model matematika penyebaran penyakit diformulasi dalam bentuk model matematika deterministik atau stokastik. Salah satu model matematika epidemik untuk menganalisis penyebaran penyakit di antaranya adalah *SIR*.

Berdasarkan pemodelan matematika yang telah dibuat maka dapat disimpulkan bahwa pasien sembuh dalam rentang waktu 361 minggu kedepan akan semakin meningkat, pasien terjangkit virus covid-19 hingga rentang waktu 361 minggu kedepan akan semakin menurun dan jumlah penduduk yang rentan terhadap virus covid-19 juga mengalami penurunan.

Daftar Pustaka

- de Vries, G., et al. (2006). A Course in Mathematical Biology: Quantitative Modeling with Mathematical and Computational Methods. *Society for Industrial and Applied Mathematics*.
- Fourianita, dkk. (2018). Analisis Sensitivitas Model Matematika Penyebaran Penyakit dengan Vaksinasi. *Jurnal Matematika Integratif*. 14(1).
- Giordano, F.R, William P.F. dan Steven B.H. (2014). *A First Course in Mathematical Modeling, Fifth edition*. Boston: Richard Stratton.
- Hethcote, H.W. (2000). *The Mathematic of Infectious Diseases*. SIAM Review, 42(4).
- Lekone, P.E, dan B.F. Finkenstadt. (2006). Statistical Inference in a Stochastic Epidemic SEIR Model with Control Intervention: Ebola as a Case Study. *Biometry*, 62.
- Ndii, MZ. (2015). Mathematical Modelling to Investigate a Wolbachia intervention to reduce dengue transmission, in Department of Mathematics. University of Newcastle.
- Puspita, G., Kharis, M., Supriyono. (2017). Pemodelan Matematika pada Penyebaran Penyakit Difteri dengan Pengaruh Karantina dan Vaksinasi. *Journal of Mathematics*. 6(1).
- Supriatna, A.K., E. Soewono, and S.A. van Gils. (2008). A two-age-classes dengue transmission model. *Mathematical Biosciences*. 216(1)
- www.who.int/covid-19/information (diakses 9 Juli 2020)
- [www.kemkes.go.id/Dashboard Data Kasus COVID-19 di Indonesia](http://www.kemkes.go.id/Dashboard>Data/Kasus/COVID-19/di%20Indonesia) (diakses 20 Juli 2020)