



PANDEMI COVID19 DI DKI JAKARTA

(Sebuah Model dengan Pendekatan *Systems Thinking*)

Tri Edhi Budhi Soesilo

Sekolah Ilmu Lingkungan (SIL) – Universitas Indonesia
dan Perkumpulan Ahli Lingkungan Indonesia (IESA)

Disampaikan dalam IESA *Webtalk*
Jumat, 27 Maret 2020



Model yang akan disajikan ini adalah model yang memperlihatkan fenomena pandemi Corona Virus atau yang lebih populer dengan nama Covid19. Struktur model yang dibangun adalah berdasarkan kejadian di DKI Jakarta dan berdasarkan data yang dikeluarkan oleh situs corona.jakarta.go.id. Yang dimodelkan adalah struktur hubungan antar komponen yang menyebabkan timbulnya Covid19 sebagai sebuah kejadian yang nyata (fenomena riil). Data referensi yang digunakan untuk membangun struktur model diambil dari sumber yang telah disebut di atas dari tanggal 1 Maret 2020 sampai dengan tanggal 25 maret 2020. Beberapa istilah yang digunakan dalam situs tersebut disesuaikan dan beberapa lagi tidak ikut dimodelkan.



Hari ke-	Tanggal	ODP-PP	ODP-PP	ODP-SP	ODP-SP	Total ODP	PDP-MD	PDP-MD	PDP-PS	PDP-PS	Total PDP	Pasien Positif	Penambahan Positif
		(Akumulasi)	(Per Hari)	(Akumulasi)	(Per Hari)	(Akumulasi)	(Akumulasi)	(Per Hari)	(Akumulasi)	(Per Hari)	(Akumulasi)	(Akumulasi)	(Per Hari)
1	01/03/2020	14	14	115	115	129	9	9	30	30	39	TD	TD
2	02/03/2020	14	0	115	0	129	9	0	30	0	39	TD	TD
3	03/03/2020	94	80	121	6	215	24	15	30	0	54	TD	TD
4	04/03/2020	120	26	121	0	241	26	2	30	0	56	TD	TD
5	05/03/2020	127	7	140	19	267	49	23	34	4	83	TD	TD
6	06/03/2020	83	-44	221	81	304	44	-5	44	10	88	TD	TD
7	07/03/2020	94	11	262	41	356	44	0	54	10	98	TD	TD
8	08/03/2020	64	-30	298	36	362	57	13	70	16	127	TD	TD
9	09/03/2020	68	4	310	12	378	87	30	79	9	166	TD	TD
10	10/03/2020	70	2	331	21	401	97	10	100	21	197	TD	TD
11	11/03/2020	98	28	347	16	445	103	6	116	16	219	TD	TD
12	12/03/2020	112	14	374	27	486	120	17	118	2	238	TD	TD
13	13/03/2020	144	32	442	68	586	126	6	135	17	261	TD	TD
14	14/03/2020	174	30	486	44	660	125	-1	137	2	262	TD	TD
15	15/03/2020	187	13	508	22	695	159	34	149	12	308	TD	TD
16	16/03/2020	277	90	536	28	813	168	9	162	13	330	TD	TD
17	17/03/2020	300	23	562	26	862	194	26	180	18	374	TD	TD
18	18/03/2020	302	2	560	-2	862	194	0	180	0	374	160	TD
19	19/03/2020	336	34	640	80	976	290	96	190	10	480	210	50
20	20/03/2020	364	28	845	205	1209	297	7	208	18	505	215	5
21	21/03/2020	384	20	922	77	1306	313	16	215	7	528	267	52
22	22/03/2020	397	13	1050	128	1447	394	81	252	37	646	307	40
23	23/03/2020	415	18	1076	26	1491	492	98	265	13	757	356	51
24	24/03/2020	444	29	1286	210	1730	529	37	271	6	800	426	70
25	25/03/2020	463	19	1409	123	1872	608	79	291	20	899	472	54
26	26/03/2020												
27	27/03/2020												

Sumber: corona.jakarta.go.id, 2020, diolah kembali



Total penduduk Jakarta dianggap orang terpajan (*exposure population*) yang dengan munculnya orang yang terinfeksi akan menyebabkan semakin banyak penduduk yang rentan (*susceptible population*). Seperti halnya agen penyakit yang lain, Virus Corona 19 ini juga mempunyai daya tular ke orang lain setiap kali orang rentan kontak dengan orang terinfeksi (*infections per contact*).

Orang yang terinfeksi dan asimtomatis (*carrier*), dengan semua aktivitas sehari-harinya, melakukan kontak dengan manusia lain dengan jumlah kontak tertentu yang dianggap normal (*normal contact fraction*). Kontak antara orang rentan dengan orang yang carrier akan meningkatkan laju penularan.



Berdasarkan informasi tersebut, maka hubungan antara orang rentan, orang terinfeksi, fraksi kontak normal, dan angka infeksi per kontak membentuk hubungan sebab-akibat yang sirkuler (membentuk umpan balik, *feedback loop*). Selanjutnya, orang yang terinfeksi akan berlanjut selama masa inkubasi tertentu menjadi orang suspek Covid19, semakin banyak orang yang terinfeksi akan menyebabkan orang suspek Covid19 juga semakin banyak.



Orang suspek Covid19 pada tahap selanjutnya akan terdeteksi (dengan tes tertentu) mengandung virus Corona19 dan dinyatakan sebagai orang positif Covid19. Secara logika, semakin banyak orang yang suspek Covid19 akan menyebabkan jumlah orang yang positif Covid19 pun menjadi banyak. Orang yang telah dinyatakan positif Covid19 dalam perawatan selanjutnya (dalam waktu tertentu) akan mengalami 2 kemungkinan, yaitu menjadi sembuh dengan tingkat kesembuhan tertentu dan tidak tertolong (meninggal dunia) dengan tingkat kematian yang tertentu pula. Hubungan antara orang suspek Covid19, orang positif Covid19, orang sembuh, dan orang yang meninggal membentuk hubungan sebab-akibat (*feedback loop*) yang sirkuler pula.



Komponen utama sistem yang dibuatkan struktur modelnya adalah: (1) Total Populasi, (2) Orang Rentan, (3) Laju Penularan, (4) Orang Terinfeksi, (5) Fraksi Kontak Normal, (6) Angka Infeksi Per Kontak, (7) Orang Suspek Covid19, (8) Masa Inkubasi, (9) Orang Positif Covid19, (10) Orang Sembuh, dan (11) Orang Mati.



Untuk menghindari kerancuan dalam pemahaman, maka perlu dijelaskan kesetaraan istilah yang dipakai dalam model ini dan yang dinyatakan dalam situs resmi corona.jakarta.go.id sebagai berikut: (1) Orang Dalam Pemantauan (ODP) disetarakan dalam struktur model dengan nama Orang Terinfeksi, (2) Pasien Dalam Perawatan (PDP) disetarakan dalam struktur model dengan nama Orang Suspek Covid19.

Pandemi Covid19 di DKI Jakarta ini permodelannya menggunakan pendekatan *Systems Thinking* dan dengan metode *System Dynamics*.



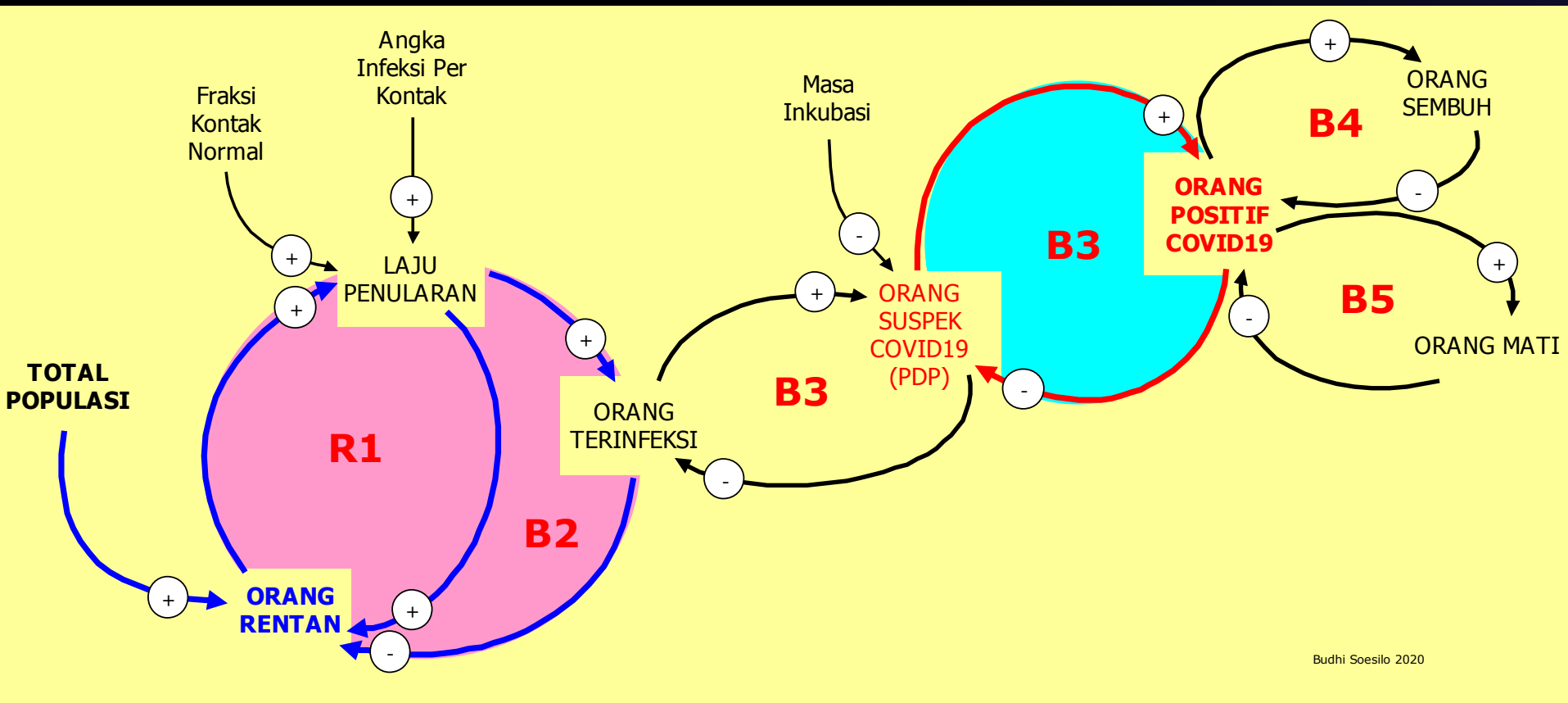
Dalam metode *system dynamics* yang dimodelkan adalah struktur yang menggambarkan hubungan sebab akibat diantara komponen sistem yang dapat menjelaskan fenomena nyata yang terjadi di alam (dalam hal ini Pandemi Covid19 di DKI Jakarta). Karena model mempunyai pengertian menirukan dunia nyata, maka hasil simulasi model dengan metode *system dynamics* tidak semata-mata memperoleh angka atau hasil yang akurat, namun hanya memperlihatkan tren-tren perilaku. Berdasarkan tren perilaku tersebut, akan dibuat intervensi pada komponen sistem tertentu untuk menghasilkan perilaku sesuai dengan yang diinginkan di masa mendatang.



Berberapa keterbatasan dalam penyusunan model ini adalah: (1) belum diperoleh berapa Angka Infeksi Per Kontak dengan pasti, (2) belum diperoleh Fraksi Kontak Normal dengan pasti, (3) belum diperoleh data yang cukup akurat berapa lama orang positif Covid19 menjalani perawatan sampai sembuh atau meninggal dunia. Semua hal tersebut dapat dimaklumi karena karakter Virus Corona 19 sebagai spesies baru (*Novel Corona*) juga belum diketahui. Oleh karena itu, dalam model ini angka-angka yang digunakan adalah angka rujukan berdasarkan pengalaman kasus epidemi lain yang penyebabnya adalah virus yang satu kelompok dengan Virus Corona 19.

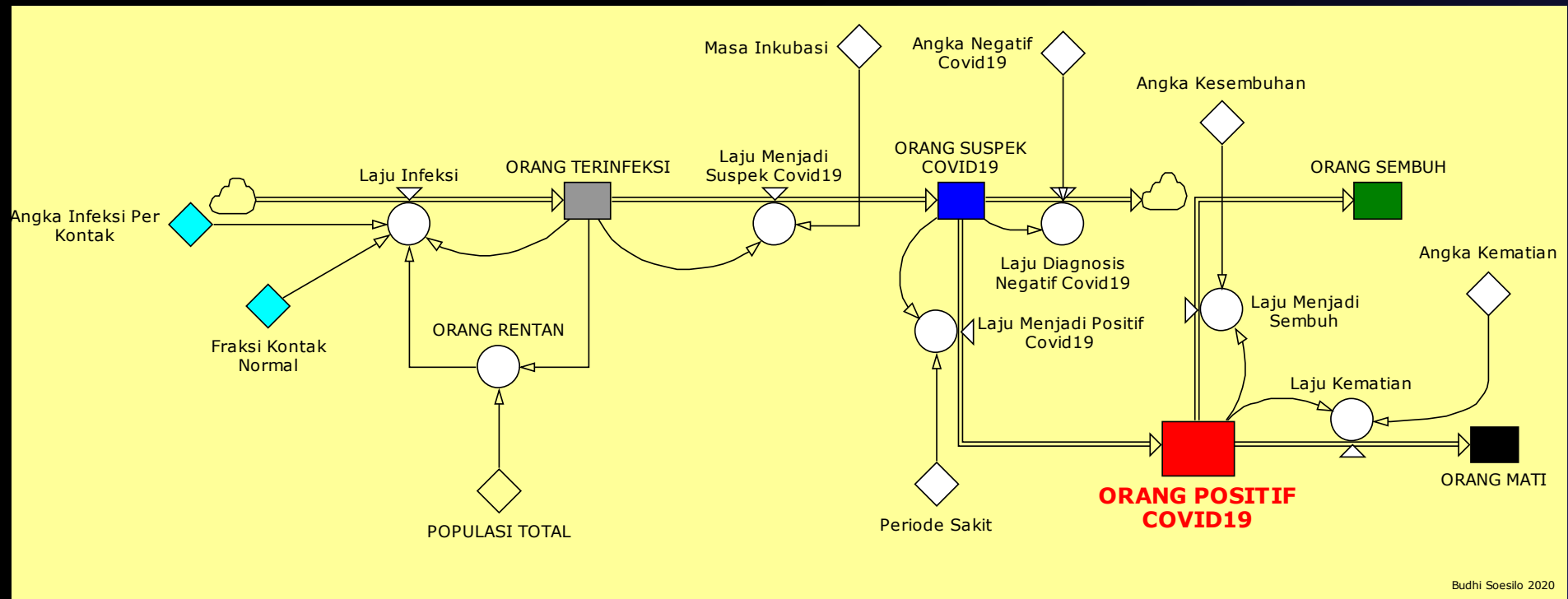


Structure 1, Causal Loop Diagram, CLD





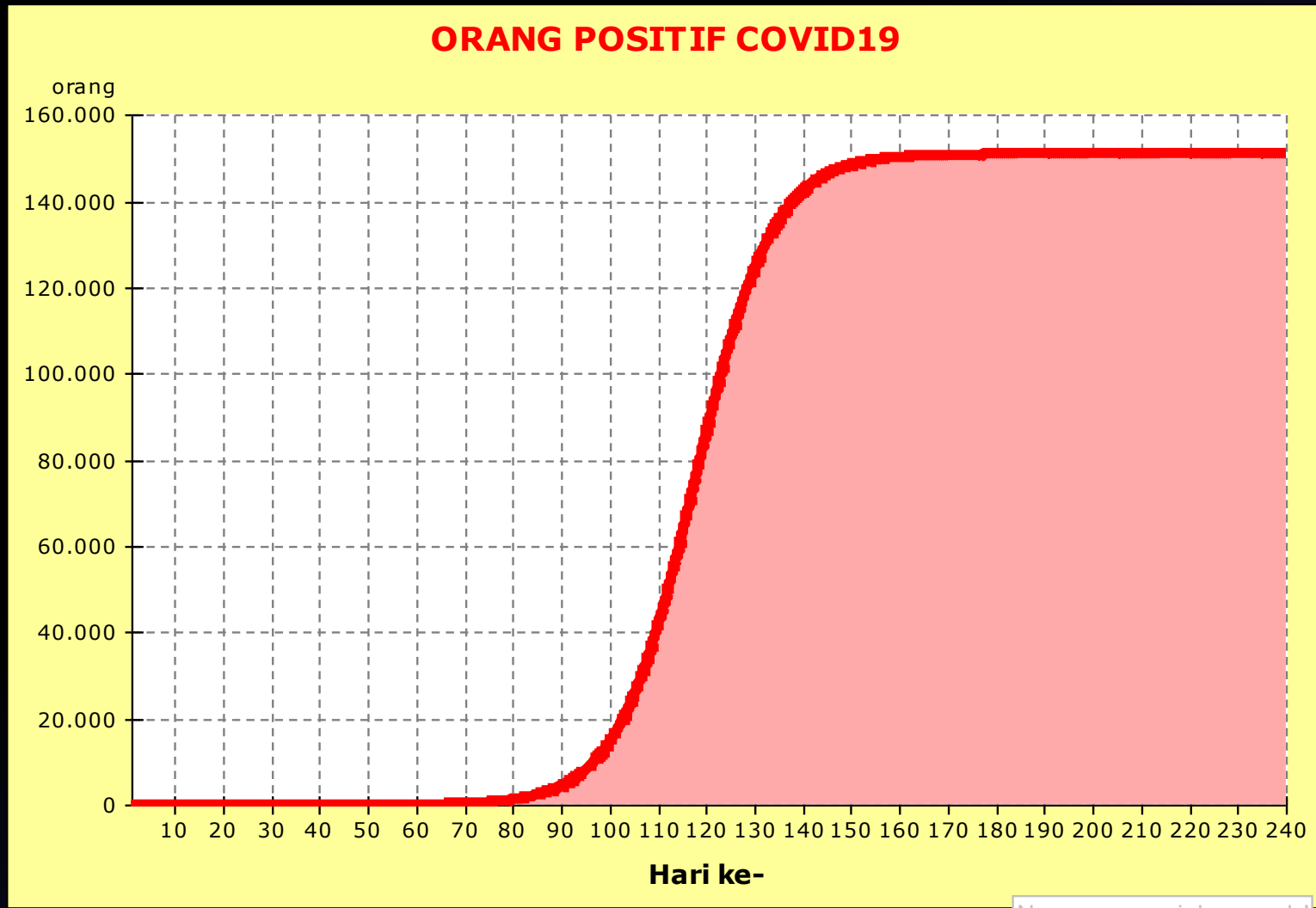
Structure 2, Stock-Flow Diagram (SFD)



Budhi Soesilo 2020



Perilaku Hasil Simulasi – Grafik (BAU)



Non-commercial use only

BAU = Business As Usual



Perilaku Hasil Simulasi – Data

Hari Ke-	ORANG POSITIF COVID19	Hari Ke-	ORANG POSITIF COVID19	Hari Ke-	ORANG POSITIF COVID19
51	30 orang	162	150.507 orang	208	151.046 orang
52	34 orang	163	150.572 orang	209	151.046 orang
53	39 orang	164	150.630 orang	210	151.046 orang
54	44 orang	165	150.680 orang	211	151.046 orang
55	50 orang	166	150.724 orang	212	151.046 orang
56	57 orang	167	150.763 orang	213	151.047 orang
57	65 orang	168	150.797 orang	214	151.047 orang
58	74 orang	169	150.828 orang	215	151.047 orang
59	84 orang	170	150.854 orang	216	151.047 orang
60	95 orang	171	150.877 orang	217	151.047 orang
61	108 orang	172	150.898 orang	218	151.047 orang
62	123 orang	173	150.916 orang	219	151.047 orang
63	140 orang	174	150.932 orang	220	151.047 orang
64	159 orang	175	150.946 orang	221	151.047 orang
65	181 orang	176	150.958 orang	222	151.047 orang
66	206 orang	177	150.969 orang	223	151.047 orang
67	234 orang	178	150.978 orang	224	151.047 orang
68	266 orang	179	150.987 orang	225	151.047 orang
69	302 orang	180	150.994 orang	226	151.047 orang
70	343 orang	181	151.000 orang	227	151.047 orang
71	390 orang	182	151.006 orang	228	151.047 orang
72	444 orang	183	151.011 orang	229	151.047 orang
73	504 orang	184	151.015 orang	230	151.047 orang
74	573 orang	185	151.019 orang	231	151.047 orang
75	651 orang	186	151.023 orang	232	151.047 orang



Berdasarkan hasil simulasi selama 240 hari tampak bahwa jumlah orang positif Covid19 bertambah secara perlahan selanjutnya memasuki fase peningkatan jumlah secara cepat (rapid growth) dan pada puncaknya jumlah orang dinyatakan positif Covid19 akan konstan. Perilaku ini adalah perilaku stock dalam struktur model, yang sifatnya akumulatif. Perilaku ini dapat dijelaskan sebagai berikut: pada tahap awal jumlah orang yang terinfeksi masih sangat sedikit dibandingkan dengan total populasi di DKI Jakarta. Sejalan dengan makin bertambahnya jumlah orang yang terinfeksi di daerah yang sama, maka penularan virus Covid19 melalui kontak jadi semakin bertambah pula.

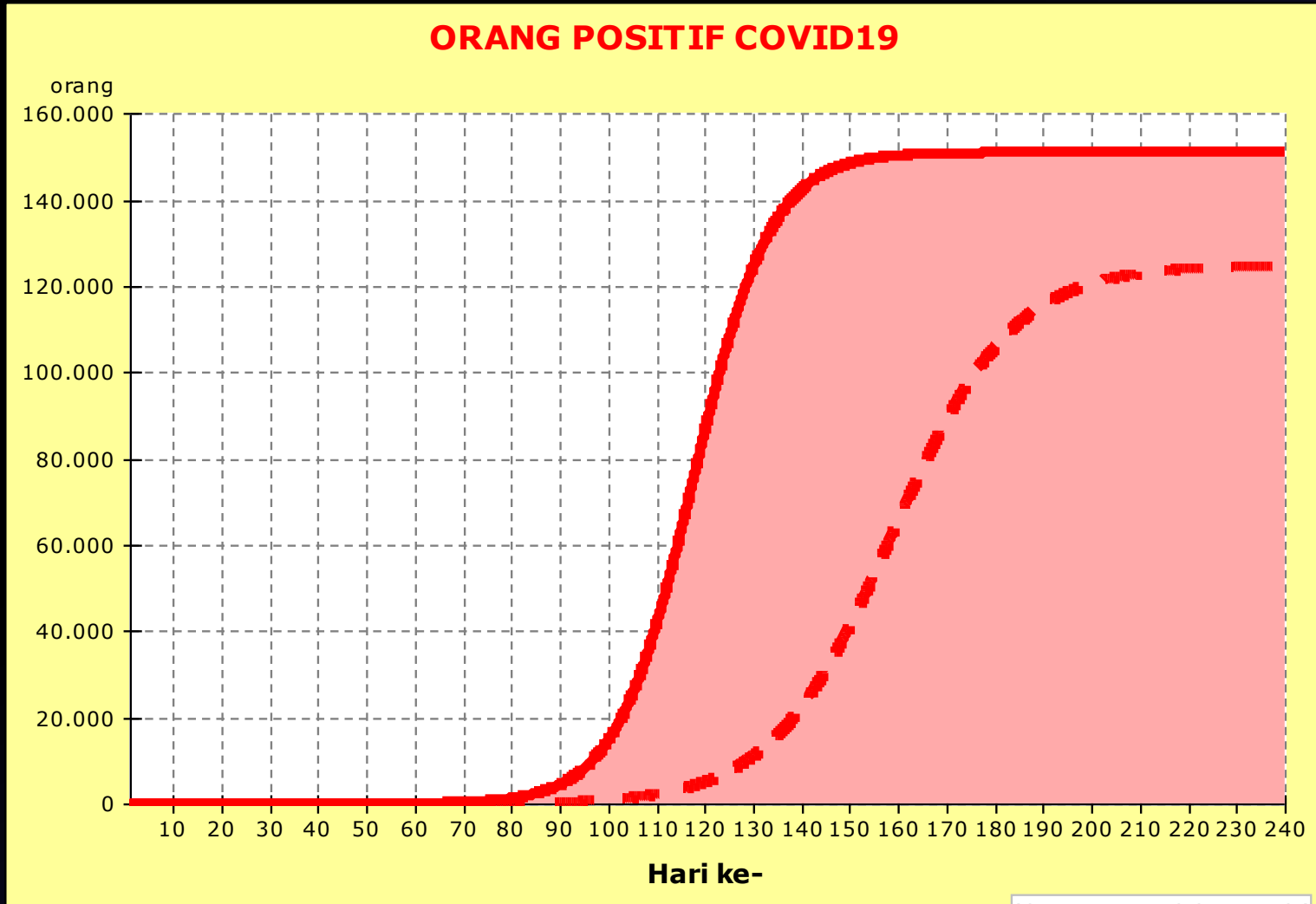


Itu sebabnya mengapa setelah beberapa waktu lamanya jumlah orang yang positif Covid19 yang tadinya sedikit menjadi bertambah banyak dengan cepat. Penularan virus Covid19 melalui kontak pada akhirnya mencapai kondisi jenuh (tunak) karena sudah hampir semua orang rentan tertular sekalipun ada yang menunjukkan gejala klinis (simptomatik) maupun yang tidak menunjukkan gejala klinis (asimptomatik).

Jika *stock* sudah mencapai kondisi tunak, maka hal itu berarti sudah tidak ada lagi kasus baru per harinya. Kondisi ini dapat diartikan pandemi mereda secara medis. Berdasarkan grafik hasil simulasi, kondisi ini tercapai pada hari ke-213 sejak simulasi dijalankan.



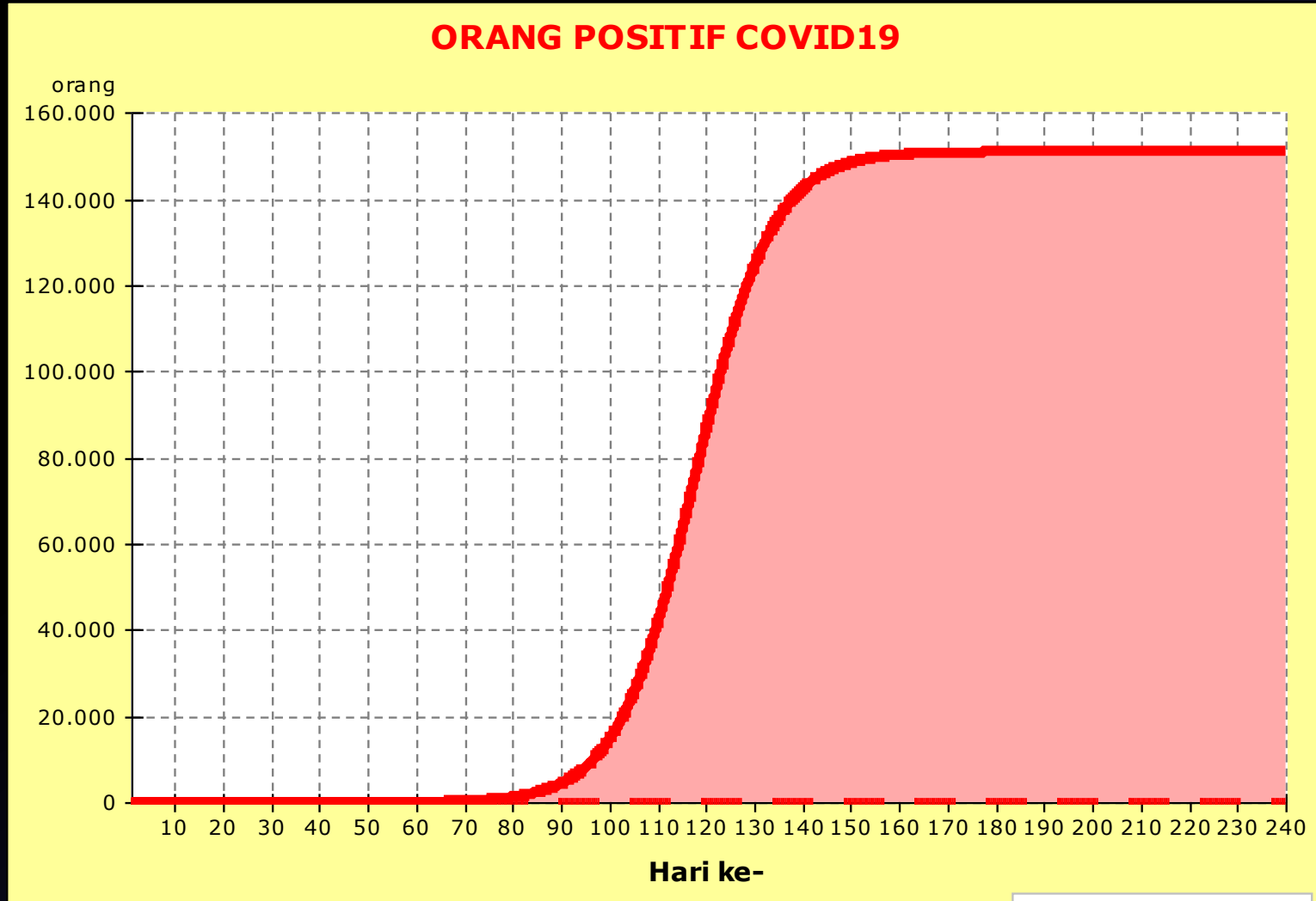
Perilaku Hasil Simulasi – Intervensi *Social Distance/Partial Lockdown*



Non-commercial use only



Perilaku Hasil Simulasi – Intervensi *Total Lockdown*



Non-commercial use only



Penjelasan Hasil Simulasi (1)

Hasil simulasi dengan intervensi dengan menurunkan aktivitas kontak, baik yang bersifat sebagian (parsial) maupun secara total memperlihatkan hasil bahwa jumlah orang positif Covid19 berkurang. Penurunan yang sangat signifikan terjadi jika aktivitas kontak ditiadakan sama sekali.

Hasil intervensi ini menunjukkan bahwa dengan menurunkan aktivitas kontak, maka penularan virus Covid19 dari satu orang ke orang lainnya diperkecil atau bahkan ditiadakan sama sekali.



Selain memperlihatkan perilaku hasil simulasi dari orang positif Covid19, model juga digunakan untuk menghitung dan memprakirakan kerugian ekonomi yang ditimbulkan akibat adanya pandemi Covid19.

Perhitungan ekonomi secara kasar dan makro didasarkan pada: (1) besarnya biaya pengobatan orang yang dinyatakan suspek dan positif Covid19, (2) kerugian pendapatan beberapa sektor akibat lesunya aktivitas (sektor pariwisata, sektor transportasi, sektor perdagangan, dan sektor industri. Besaran kerugian diprakirakan secara total per harinya. Data hasil simulasi ditampilkan di bagian berikut ini.



Data Hasil Simulasi *Business as Usual*

Hari Ke-	KERUGIAN EKONOMI SEKTOR	Kerugian Karena Biaya Pengobatan	Kerugian Karena Kehilangan Penghasilan
51	1.912.500.000.000	14.170.636.171	0
52	1.950.000.000.000	16.426.121.586	0
53	1.987.500.000.000	19.033.481.462	0
54	2.025.000.000.000	22.046.756.334	0
55	2.062.500.000.000	25.528.178.501	0
56	2.100.000.000.000	29.549.399.052	0
57	2.137.500.000.000	34.192.896.400	0
58	2.175.000.000.000	39.553.592.694	0
59	2.212.500.000.000	45.740.708.284	0
60	2.250.000.000.000	52.879.888.605	0
61	2.287.500.000.000	61.115.642.679	0
62	2.325.000.000.000	70.614.137.850	0
63	2.362.500.000.000	81.566.401.493	0
64	2.400.000.000.000	94.191.987.320	0
65	2.437.500.000.000	108.743.171.621	0
66	2.475.000.000.000	125.509.753.404	0
67	2.512.500.000.000	144.824.541.989	0
68	2.550.000.000.000	167.069.626.220	0
69	2.587.500.000.000	192.683.531.140	0
70	2.625.000.000.000	222.169.380.708	0
71	2.662.500.000.000	256.104.198.937	0
72	2.700.000.000.000	295.149.496.560	0
73	2.737.500.000.000	340.063.305.871	0

Non-commercial use only



Data Hasil Simulasi dengan Intervensi

Hari Ke-	KERUGIAN EKONOMI SEKTOR	Kerugian Karena Biaya Pengobatan	Kerugian Karena Kehilangan Penghasilan
51	1.912.500.000.000	4.331.838.962	15.300.000.000.000
52	1.950.000.000.000	4.389.118.173	15.600.000.000.000
53	1.987.500.000.000	4.443.838.328	15.900.000.000.000
54	2.025.000.000.000	4.496.501.401	16.200.000.000.000
55	2.062.500.000.000	4.547.454.218	16.500.000.000.000
56	2.100.000.000.000	4.596.937.414	16.800.000.000.000
57	2.137.500.000.000	4.645.118.963	17.100.000.000.000
58	2.175.000.000.000	4.692.117.144	17.400.000.000.000
59	2.212.500.000.000	4.738.016.240	17.700.000.000.000
60	2.250.000.000.000	4.782.877.289	18.000.000.000.000
61	2.287.500.000.000	4.826.745.418	18.300.000.000.000
62	2.325.000.000.000	4.869.654.870	18.600.000.000.000
63	2.362.500.000.000	4.911.632.422	18.900.000.000.000
64	2.400.000.000.000	4.952.699.731	19.200.000.000.000
65	2.437.500.000.000	4.992.874.924	19.500.000.000.000
66	2.475.000.000.000	5.032.173.692	19.800.000.000.000
67	2.512.500.000.000	5.070.610.032	20.100.000.000.000
68	2.550.000.000.000	5.108.196.752	20.400.000.000.000
69	2.587.500.000.000	5.144.945.816	20.700.000.000.000
70	2.625.000.000.000	5.180.868.583	21.000.000.000.000
71	2.662.500.000.000	5.215.975.963	21.300.000.000.000
72	2.700.000.000.000	5.250.278.533	21.600.000.000.000
73	2.737.500.000.000	5.283.786.605	21.900.000.000.000



Penjelasan Hasil Simulasi (2)

Berdasarkan perbandingan data hasil simulasi dalam dua tabel yang diperlihatkan, tampak bahwa kebijakan intervensi dengan menurunkan aktivitas kontak, misalnya dengan kebijakan *lockdown*, kerugian ekonomi (khususnya buat pemerintah) yang ditimbulkan jauh lebih besar bila dibandingkan dengan kerugian ekonomi tanpa intervensi kebijakan *lockdown*.

Hal ini disebabkan oleh karena kebijakan *lockdown* mengakibatkan biaya yang harus ditanggung untuk memenuhi kebutuhan hidup dasar untuk semua orang harus dijamin oleh pemerintah.



Keterbatasan dari model ini dan hasil simulasinya selain yang telah disebutkan di bagian awal tulisan ini (khususnya terkait dengan aspek medis dan kesehatan) antara lain adalah:

1. Belum memperhitungkan sekian banyak faktor lain, terutama faktor ekonomi mikro, yang secara langsung atau tidak langsung mempengaruhi perilaku model.
2. Belum memperhitungkan adanya pengaruh dan dampak sosial yang ditimbulkan oleh pandemi Covid19.

Untuk itu, masukan dan saran dari berbagai pihak sangat diharapkan untuk melengkapi model ini.



Penutup

Kesimpulan yang diambil hanya didasarkan pada hasil simulasi model (tanpa mempertimbangkan hal lain), yaitu:

1. Tanpa intervensi, pandemi Covid19 di DKI Jakarta akan berlangsung dengan pola perilaku sigmoid (kurva-S) dan diprediksikan akan mencapai kondisi tunak setelah 7 bulan sejak Februari 2020 dengan jumlah kasus positif Covid19 mencapai lebih dari 150.000 kasus.
2. Intervensi kebijakan menurunkan aktivitas kontak dapat menurunkan kasus positif Covid19 dengan hasil yang sangat baik.



TERIMA KASIH