MODEL PANDEMI COVID19 DI DKI JAKARTA SAAT MUDIK, LEBARAN, DAN ARUS BALIK

(Sebuah Model dengan Pendekatan *Systems Thinking*)

Tri Edhi Budhi Soesilo,
Wezia Berkademi
Sekolah Ilmu Lingkungan (SIL) – Universitas Indonesia
Perkumpulan Ahli Lingkungan Indonesia (IESA)

Disampaikan dalam *Webinar Series* Covid-19 #2
Jakarta, 12 Mei 2020

© Budhi Soesilo 2020

Pendahuluan *(Story)*

Model yang akan disajikan ini adalah model (lanjutan) 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 awal diambil dari sumber yang telah disebut di atas dari tanggal 1 Maret 2020 sampai dengan tanggal 7 April 2020. Beberapa istilah yang digunakan dalam situs tersebut disesuaikan dan beberapa lagi tidak ikut dimodelkan.

© Budhi Soesilo 2020

Total penduduk Jakarta dianggap orang terpajan *(exposure population)* yang dengan munculnya orang 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 asimptomatis atau tidak memperlihatkan gejala klinis *(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.

© Budhi Soesilo 2020

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.

© Budhi Soesilo 2020

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.

© Budhi Soesilo 2020

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 Dalam Pemantauan, (8) Periode Menjadi ODP, (9) Pasien Dalam Pengawasan, (10) Periode Menjadi PDP, (11) Orang Positif Covid19, (12) Orang Negatif Covid19, (13) Orang Sembuh, dan (14) Orang Mati (meninggal dunia).

© Budhi Soesilo 2020

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: Orang Terinfeksi sama dengan Orang Tanpa Gejala (OTG) adalah orang yang sudah kontak dengan Covid19 namun belum menampakkan gejala klinis, sedangkan istilah Orang Dalam Pemantauan (ODP) dan Pasien Dalam Pengawasan (PDP) tetap digunakan.

© Budhi Soesilo 2020

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* tujuannya tidak untuk memperoleh angka atau hasil yang akurat, namun hanya memperlihatkan tren-tren perilaku.

© Budhi Soesilo 2020

Jika tren perilaku hasil simulasi sudah sesuai dengan pola referensi (sesuai dengan data riil/data referensi), maka model dinyatakan valid. Berdasarkan tren perilaku tersebut, akan dibuat intervensi pada komponen sistem tertentu untuk menghasilkan perilaku sesuai dengan yang diinginkan di masa mendatang.

Model lanjutan (tahap 2) yang dibuat ini difokuskan pada kondisi menjelang hari Idul Fitri, yaitu pada saat "mudik", saat "lebaran", dan saat terjadinya "arus balik" yang terjadi di DKI Jakarta. Model sebelumnya telah membahas aspek ekonomi dan lingkungan.

© Budhi Soesilo 2020

Bererapa 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. Sebagai konsekuensi, untuk mengatasi hal tersebut dalam model ini digunakan asumsi. 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 asumsi dengan rujukan berdasarkan pengalaman kasus epidemi lain yang penyebabnya adalah virus yang satu kelompok dengan Virus Corona19.

© Budhi Soesilo 2020

Model Lain

Berbagai model tentang pandemi Covid19 dalam berbagai skala wilayah/daerah telah banyak dibuat dan dipresentasikan serta dipublikasikan melalui berbagai media baik yang di dalam negeri maupun dari luar negeri, antara lain: (1) Model matematika oleh Tim Permodelan Oxford University, (2) Model matematika oleh Tim Permodelan di New York, (3) Model *system dynamics* oleh Jack Homer, New York, (4) Model *system dynamics* oleh Teten Avianto, Bandung, (5) Model *system dynamics* oleh Budhi Soesilo bersama Tim PPSML SIL UI, (6) Model *system dynamics* oleh Pak Mahawan dari Environmental Institute, Jakarta,

© Budhi Soesilo 2020

(7) Model *system dynamics* oleh Tim Permodelan FKM UI, (8) Model matematika oleh Tim Permodelan FMIPA UI, (9) Model *system dynamics* oleh Irman Firmansyah bersama Tim Permodelan SDC, Bogor, (10) Model matematika oleh Tim Permodelan FMIPA UGM, (11) Model matematika oleh Tim Permodelan IPB, (12) Model *system dynamics* (?) oleh Tim Permodelan BIN, dan lain-lain.

© Budhi Soesilo 2020

Data dan Validasi Hasil Simulasi

Dalam metode *System Dynamics*, fenomena riil yang dimodelkan harus didukung oleh Data Referensi yang jika dibuat grafiknya perilaku tersebut dinamakan Pola Referensi. Data referensi yang digunakan sebagai rujukan dalam struktur model ini bersumber pada data yang dikeluarkan oleh situs resmi DKI Jakarta yaitu laman corona.jakarta.go.id. Data referensi tersebut adalah data historikal *(time series)* dari tanggal 1 Maret sampai 7 Mei 2020.

© Budhi Soesilo 2020

Akan tetapi, data tersebut tidak sepenuhnya dipakai dalam model yang akan dibangun karena dianggap belum menggambarkan kondisi sebenarnya di lapangan (ada fenomena gunung es atau *iceberg phenomena*). Apabila data referensi dari sumber tersebut dibuat dalam bentuk grafik, tampak bahwa perilakunya meningkat secara eksponensial *(exponential growth)*. Perilaku ini dinamakan pola referensi dan pola inilah yang akan ditiru dalam model yang akan dibangun.

© Budhi Soesilo 2020

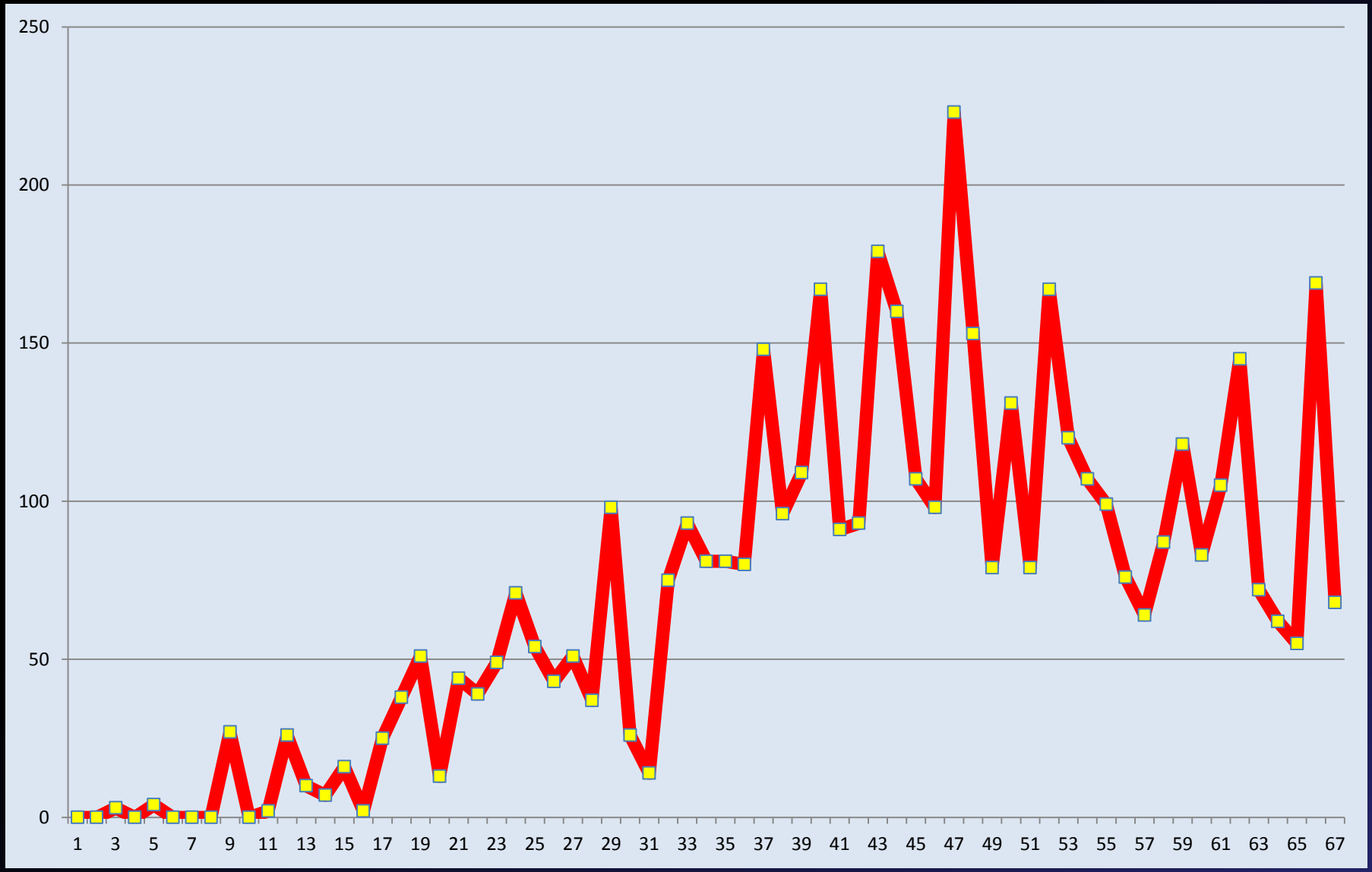
Data Referensi

Hari ke-	Tanggal	ODP-PP (Akumulasi)	ODP-PP (Per Hari)	ODP-SP (Akumulasi)	ODP-SP (Per Hari)	Total ODP (Akumulasi)	PDP-MD (Akumulasi)	PDP-MD (Per Hari)	PDP-PS (Akumulasi)	PDP-PS (Per Hari)	Total PDP (Akumulasi)	Pasien Positif (Akumulasi)	Penambahan Positif (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

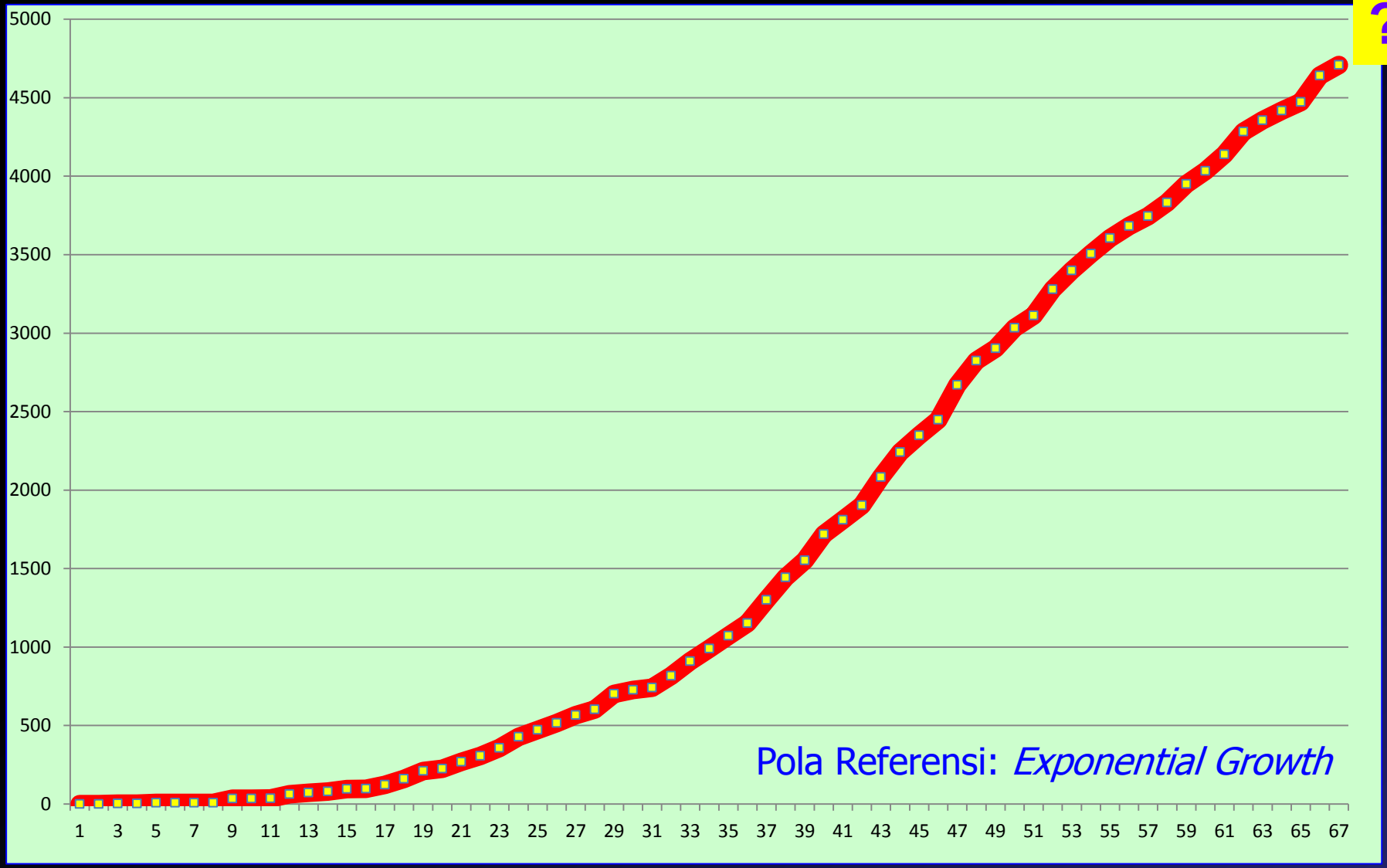
© Budhi Soesilo 2020

Data Harian Kasus Positif Covid19



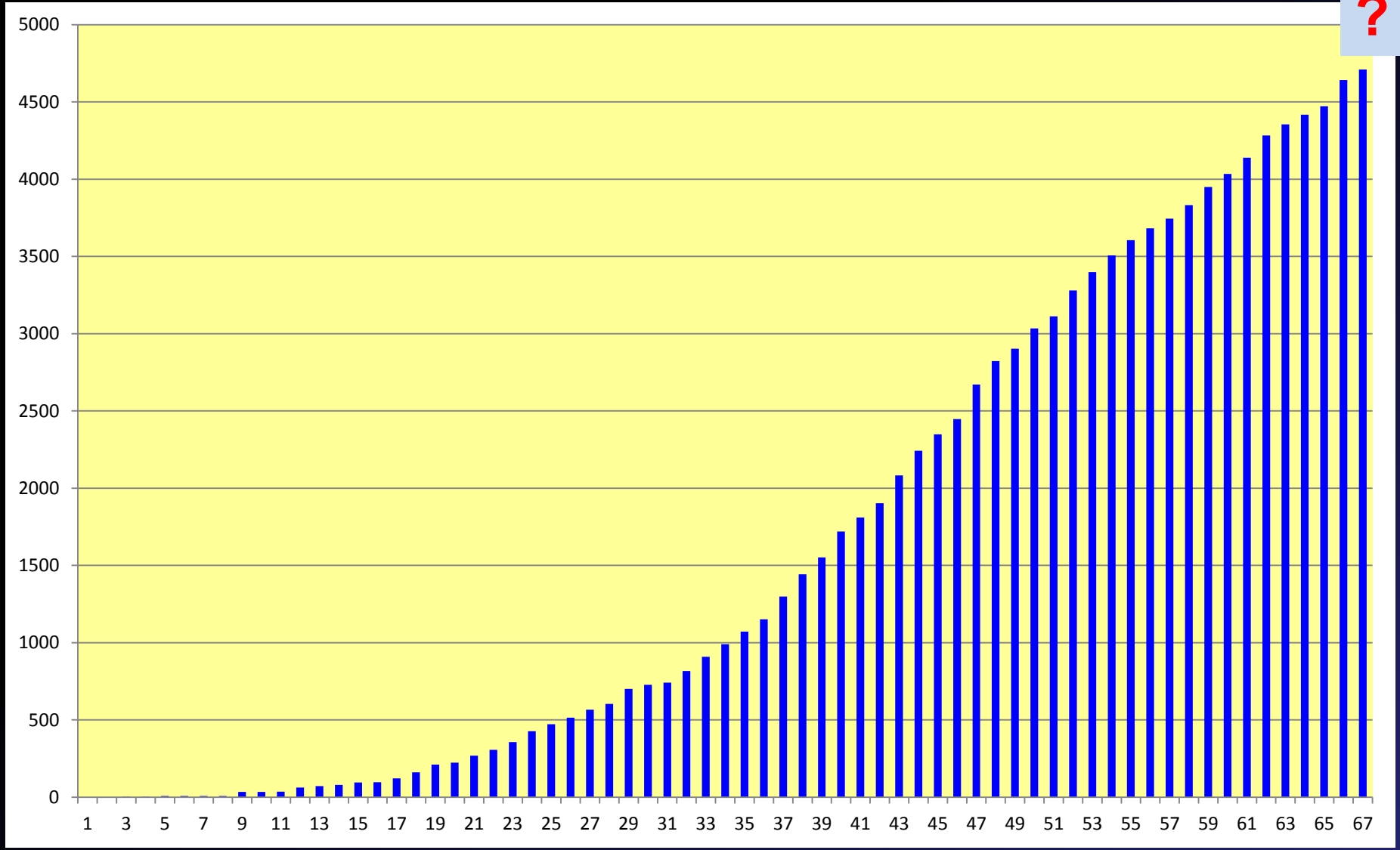
© Budhi Soesilo 2020

Pola Referensi



© Budhi Soesilo 2020

Pola Referensi



© Budhi Soesilo 2020

Validasi terhadap hasil simulasi model dilakukan dengan cara visual, artinya melihat tren perilaku pola simulasi (hasil simulasi model) dibandingkan dengan pola referensi. Apabila tren perilaku pola simulasi dapat menirukan pola referensinya, maka model dikatakan valid. Validasi statistik tidak dilakukan karena beberapa data yang digunakan untuk membangun struktur model masih bersifat asumsi, data yang sebenarnya belum diperoleh.

© Budhi Soesilo 2020

Asumsi yang Digunakan & Keterbatasan

Beberapa asumsi yang digunakan untuk membangun struktur model antara lain adalah:

(1) Penduduk DKI Jakarta konstan dalam wilayah administratifnya (tidak memperhitungkan migrasi/komuter), kecuali untuk perhitungan "mudik" dan "arus balik",

(2) Tidak terjadi mutasi Covid19 dalam masa pandemi yang sedang berlangsung, dan

(3) Tidak terjadi penularan selain *droplet infection* (walaupun ada informasi tentang Covid19 pada mamalia tertentu dan *airborne infection*).

© Budhi Soesilo 2020

Aspek-aspek yang belum dimodelkan dalam pembuatan model ini antara lain adalah:

(1) Pengaruh suhu pada kejadian infeksi Covid19,

(2) Kejadian Re-infeksi Covid19,

(3) Dampak sosial dari Pandemi Covid19 akibat kebijakan yang diterapkan oleh pemerintah,

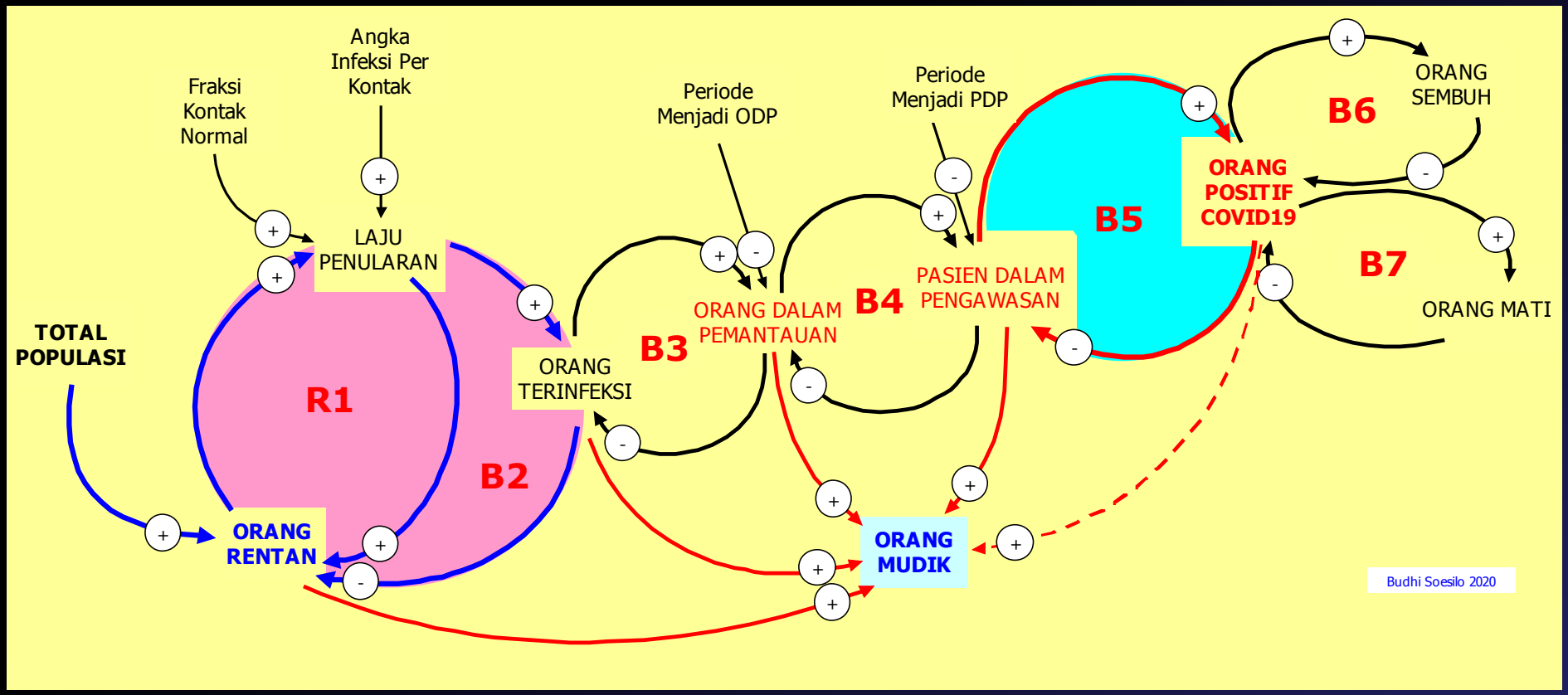
(4) Pengaruh budaya *(culture)* masyarakat dalam hal merespons keadaan darurat Covid19 termasuk merespons kebijakan yang ditetapkan oleh pemerintah,

(5) Pengaruh fasilitas kesehatan (faskes) pada penanganan dan prognosis orang yang positif Covid19, dan

(6) Dampak sosial lain akibat Pandemi Covid19.

© Budhi Soesilo 2020

Struktur Model 1: *Causal Loop Diagram (CLD)*



© Budhi Soesilo 2020

Berdasarkan gambar struktur model 1 (CLD), model yang dibangun terdiri atas tujuh umpan balik yang terdiri atas satu umpan balik positif (*Reinforcing Loop 1*, R1) dan enam umpan balik negatif (*Balancing Loop*, B2-B7).

Awal kejadian penularan Covid19 dapat dijelaskan dengan umpan balik R1 dan B2, yang mana orang rentan yang berkontak dengan orang terinfeksi atau orang tanpa gejala (OTG) akan meningkatkan laju penularan dengan suatu angka "fraksi kontak normal" dan "angka infeksi per kontak" tertentu. Semakin besar laju penularan akan menyebabkan semakin banyak orang yang rentan, dan semakin banyak orang rentan akan menyebabkan semakin besar pula laju penularan.

© Budhi Soesilo 2020

"Fraksi kontak normal" adalah angka yang menggambarkan kontak antara satu orang dengan orang lain secara normal dalam satu hari berdasarkan pekerjaan atau aktivitasnya. Misalnya interaksi antara pedagang dengan pembeli, guru dengan peserta didik, dokter dengan pasien, dan lain-lain.

"Angka infeksi per kontak' adalah angka yang menggambarkan berapa besar kemungkinan seorang rentan yang telah kontak dengan orang terinfeksi menjadi terinfeksi dalam waktu tertentu. Kedua faktor inilah yang menentukan besar atau kecilnya "laju penularan".

© Budhi Soesilo 2020

Hubungan antara “orang rentan” dengan “laju penularan” membentuk umpan balik positif (R1). Umpan balik negatif (B2) dapat dijelaskan sebagai berikut: semakin besar “laju penularan” akan menyebabkan semakin banyak “orang terinfeksi”, selanjutnya “orang terinfeksi” yang jumlahnya semakin banyak akan menyebabkan jumlah “orang rentan” berkurang. Hal ini disebabkan karena “orang rentan” semula berasal dari “total populasi” (dengan perhitungan “orang rentan” = “total populasi” dikurangi “orang terinfeksi”). Selanjutnya, hubungan antara “orang rentan” dengan “laju penularan” telah dijelaskan dalam penjelasan sebelumnya.

© Budhi Soesilo 2020

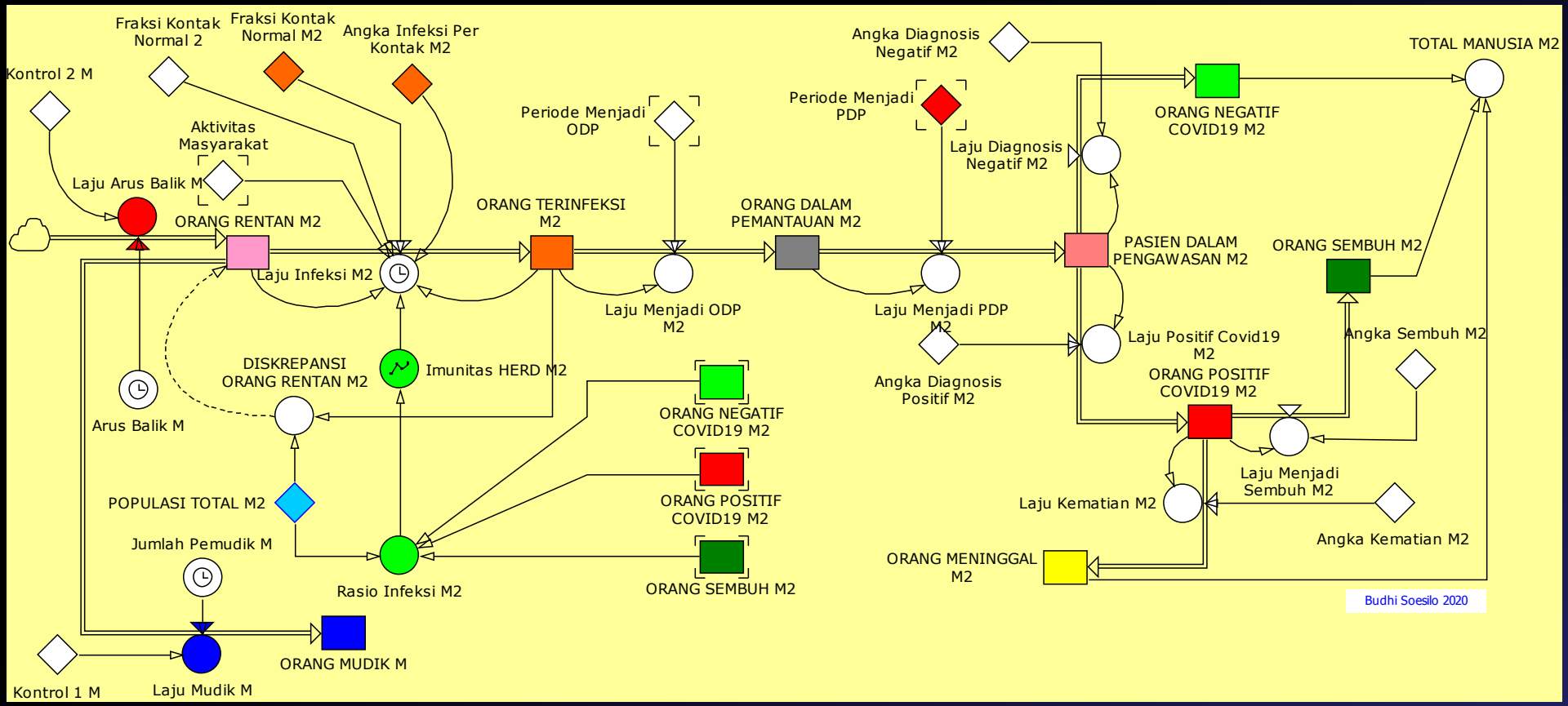
"Orang terinfeksi" pada tahap selanjutnya sejalan dengan waktu tertentu akan berubah status menjadi "ODP" kemudian menjadi "PDP". Selanjutnya "PDP" yang menjalani tes konfirmasi dengan hasil positif akan ditetapkan statusnya menjadi "orang positif Covid19".

"Orang positif Covid19" yang dirawat dalam waktu tertentu sebagian akan sembuh dan sebagian lagi tidak tertolong dan meninggal dunia.

Analogi penjelasan terbentuknya B2 dapat digunakan untuk menjelaskan terbentuknya umpan balik B3, B4, B5, B6, dan B7.

© Budhi Soesilo 2020

Struktur Model 2: *Stock-Flow Diagram (SFD)*



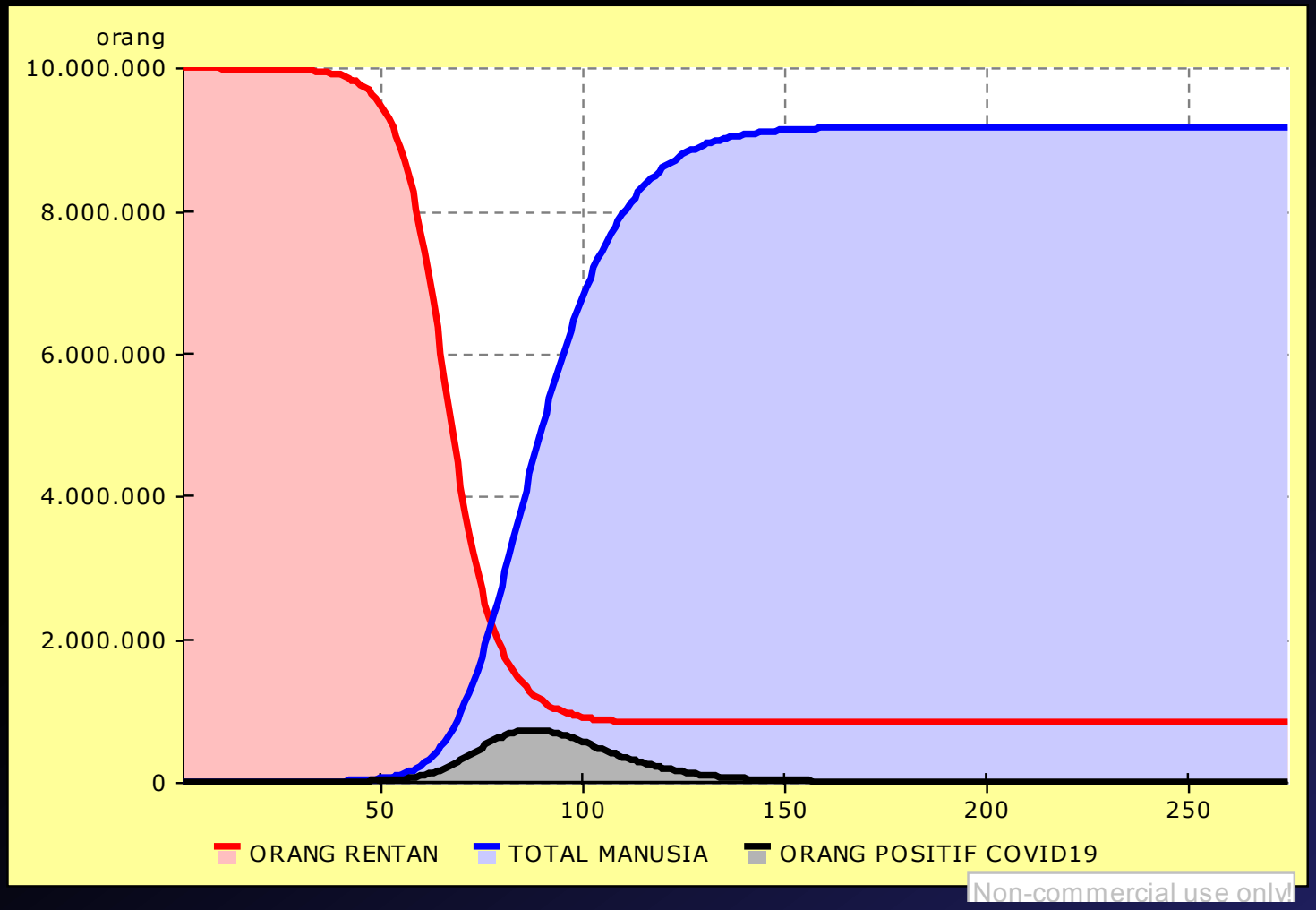
© Budhi Soesilo 2020

Berdasarkan gambar struktur model 2 (SFD), struktur model yang diperlihatkan dalam CLD diubah bentuknya dengan menggunakan simbol-simbol dalam perangkat lunak dan metode *system dynamics* berupa *stock*, *flow*, *auxiliary*, dan *constant* menjadi SFD.

Semua komponen yang disampaikan dalam struktur model 1 (CLD) dapat dilihat dengan nama yang sama dalam struktur model 2 (SFD). Komponen “Orang Rentan”, “Orang Terinfeksi”, “ODP”, “PDP”, “Orang Positif Covid19”, “Orang Negatif Covid19” “Orang Sembuh”, dan “Orang Meninggal”

© Budhi Soesilo 2020

Hasil Simulasi Umum *Business as Usual (BAU)*



© Budhi Soesilo 2020

Zero Sum Game Perilaku Model

Hasil simulasi umum *business as usual (BAU)* selama 240 hari perilakunya dapat dijelaskan sebagai berikut: Perilaku "Orang Rentan" akan berkurang dengan landai kemudian akan berkurang dengan cepat *(rapid decline)* sampai pada batas tertentu menjadi stabil jumlahnya. Dalam dunia nyata hal ini dapat dimengerti karena orang rentan dalam fase berikutnya (sejalan dengan perubahan waktu) akan berubah statusnya menjadi Orang Terinfeksi, ODP, PDP, Orang Positif Covid19, Orang Sembuh, dan Orang Meninggal (yang secara keseluruhan disebut "Total Manusia").

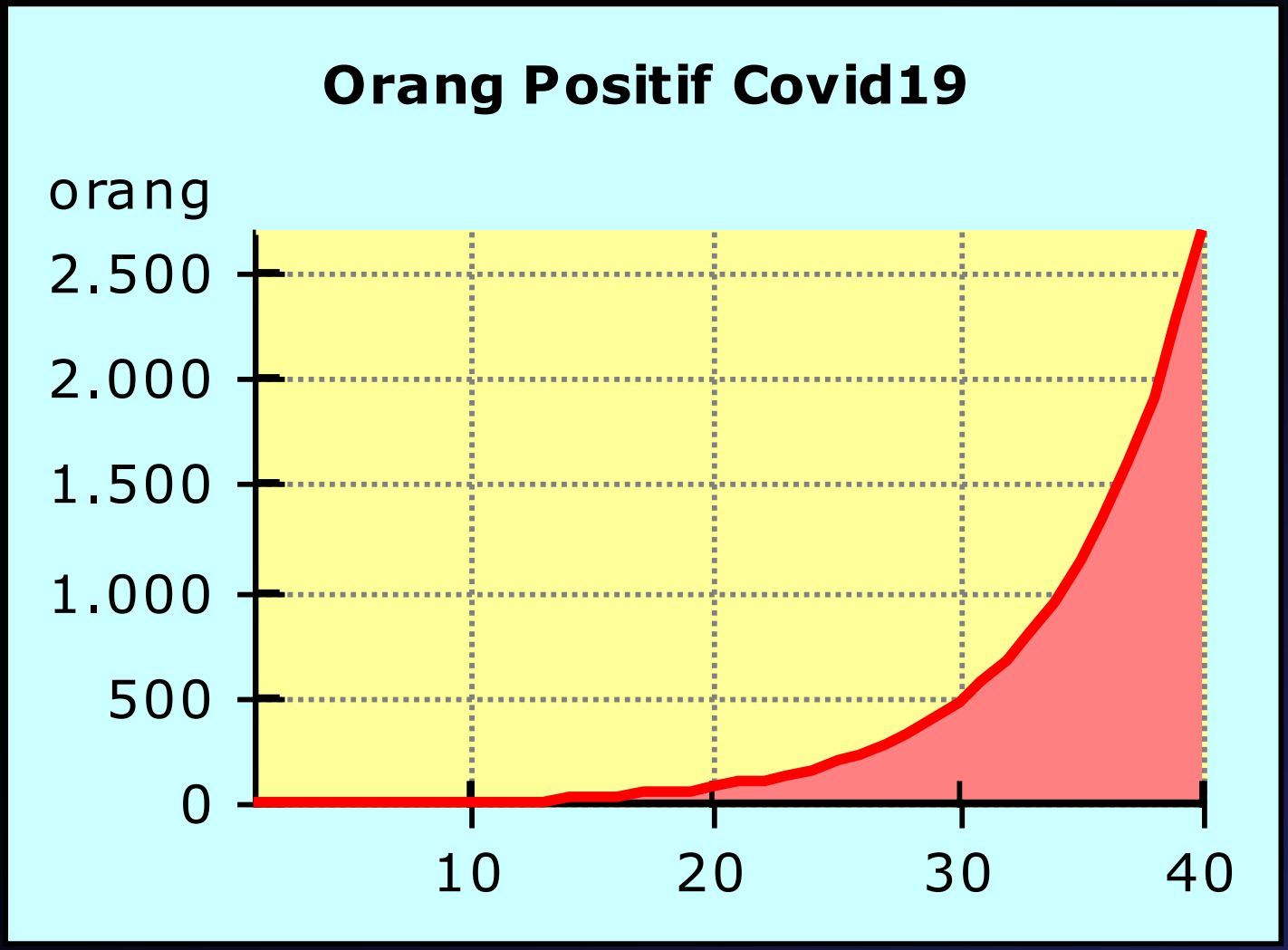
© Budhi Soesilo 2020

Oleh karena itu secara umum perilaku Total Manusia memperlihatkan kondisi sebaliknya yaitu pada awalnya meningkat dengan landai, lalu meningkat dengan pesat *(rapid growth)* dan akhirnya mencapai kondisi tunak *(steady state)*. Jika kedua perilaku tersebut dijumlahkan hasilnya akan sama dengan jumlah orang rentan semula *(zero sum game)*.

Selanjutnya karena fase Orang Positif Covid19 berada diantara kedua perilaku utama yang sudah dijelaskan di atas, maka perilaku Orang Positif Covid19 adalah *Growth and Decline* yaitu kurvanya seperti bel *(bell curve)*.

© Budhi Soesilo 2020

Hasil Simulasi *Business as Usual* Covid19



Perilaku Pola Simulasi: *Exponential Growth* → Model Valid

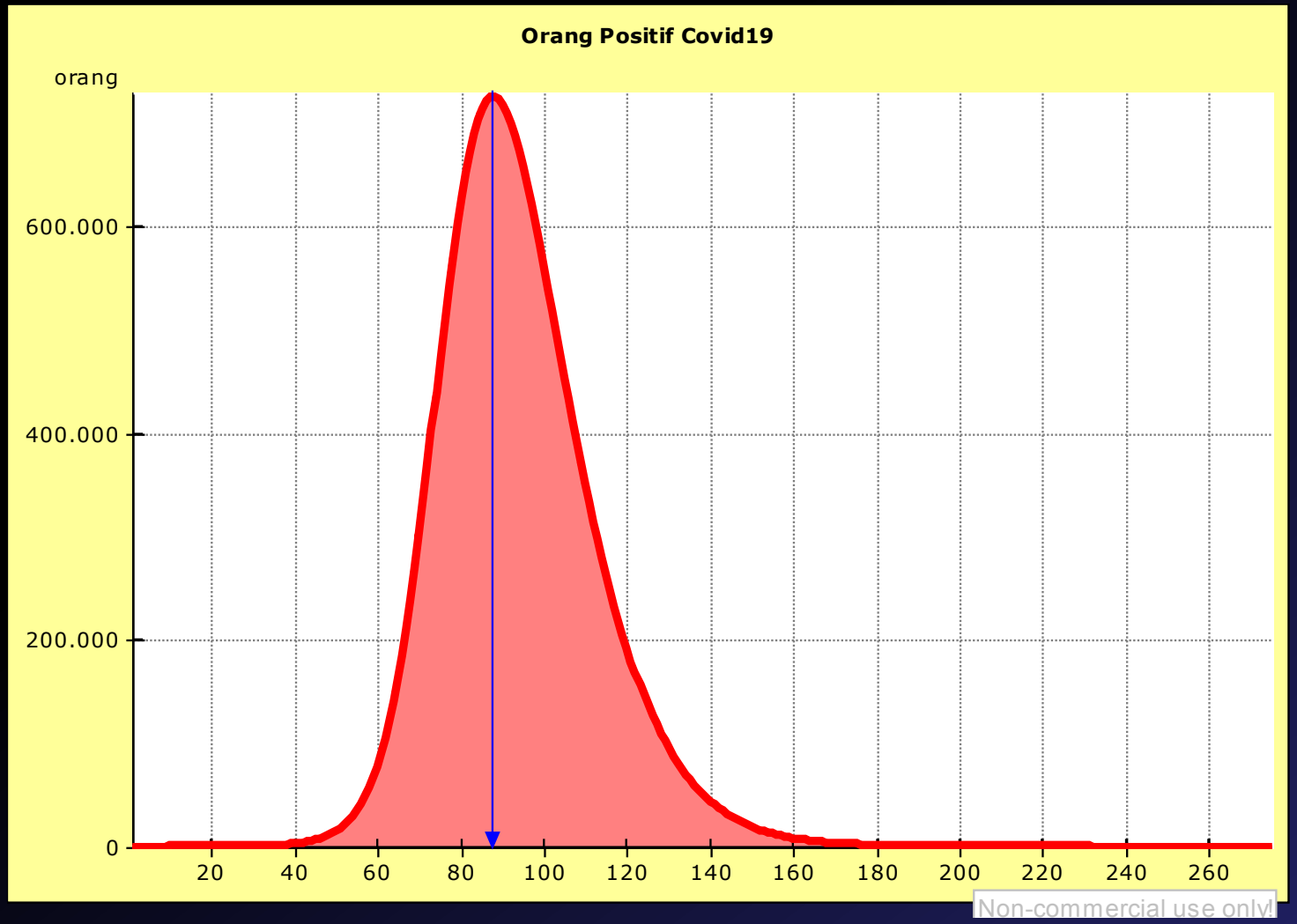
© Budhi Soesilo 2020

Hasil simulasi *business as usual (BAU)* selama 67 hari dengan awal tanggal 1 Maret 2020 untuk komponen "Orang Positif Covid19", memperlihatkan pola simulasi pertumbuhan yang cukup cepat *(growth)* namun tidak linier melainkan pertumbuhan yang cenderung eksponensial *(exponential growth)*.

Perilaku ini secara visual sesuai dengan pola referensi (berdasarkan data *time series* untuk kurun waktu yang sama). Dengan metode validasi visual ini dapat disimpulkan bahwa model yang dibangun ini valid. Secara statistik dengan menggunakan metode *absolute mean error (AME)*, diperoleh *error* sebesar 16%.

© Budhi Soesilo 2020

Hasil Simulasi *Business as Usual* ke depan selama 275 hari



© Budhi Soesilo 2020

Berdasarkan model yang sudah valid selanjutnya dilakukan perpanjangan waktu simulasi tanpa intervensi apapun (BAU). Hasil simulasi yang diperpanjang sampai hari ke-275 untuk komponen "Orang Positif Covid19" memperlihatkan perilaku *bell curve*. Puncak kasus orang positif Covid19 tercapai pada hari ke 85-87 dengan jumlah kasus sebanyak hampir 276.000 kasus.

Ada tiga fase yang diperlihatkan dalam *bell curve* tersebut yaitu: (1) fase pertambahan lambat *(lag phase)*, (2) fase pertambahan cepat *(log phase, rapid growth)* sampai mencapai puncaknya *(peak)*, dan (3) fase penurunan *(decline phase)*.

© Budhi Soesilo 2020

Pada fase pertama *(lag phase)* pertambahan kasus masih sedikit dengan laju pertambahan yang kecil. Hal ini disebabkan karena jumlah orang terinfeksi masih sedikit, dengan kontak yang masih normal, maka laju penularan masih kecil.

Setelah sekian waktu jumlah orang terinfeksi semakin banyak, yang dengan kontak yang masih normal akan menyebabkan laju penularan akan meningkat dengan cepat. Akibatnya kasus akan mengalami pertambahan dengan cepat *(log phase, rapid growth)* sampai mencapai puncaknya. Kondisi inilah yang dimaksud dengan fase kedua *(log phase)*.

© Budhi Soesilo 2020

Fase ketiga yaitu fase penurunan *(decline phase)* dari puncak *(peak)* kasus menjadi turun sampai tidak ada kasus lagi. Proses ini sangat bergantung pada laju penularan dan masa inkubasi *(onset)* dari virus Corona19.

Penetapan PDP menjadi orang positif Covid19 sangat bergantung pada tes konfirmasi yang dilakukan. Semakin banyak tes konfirmasi yang dilakukan dan semakin cepat hasilnya diperoleh akan menentukan tindakan medis yang akan dilakukan dan mempengaruhi prognosis PDP.

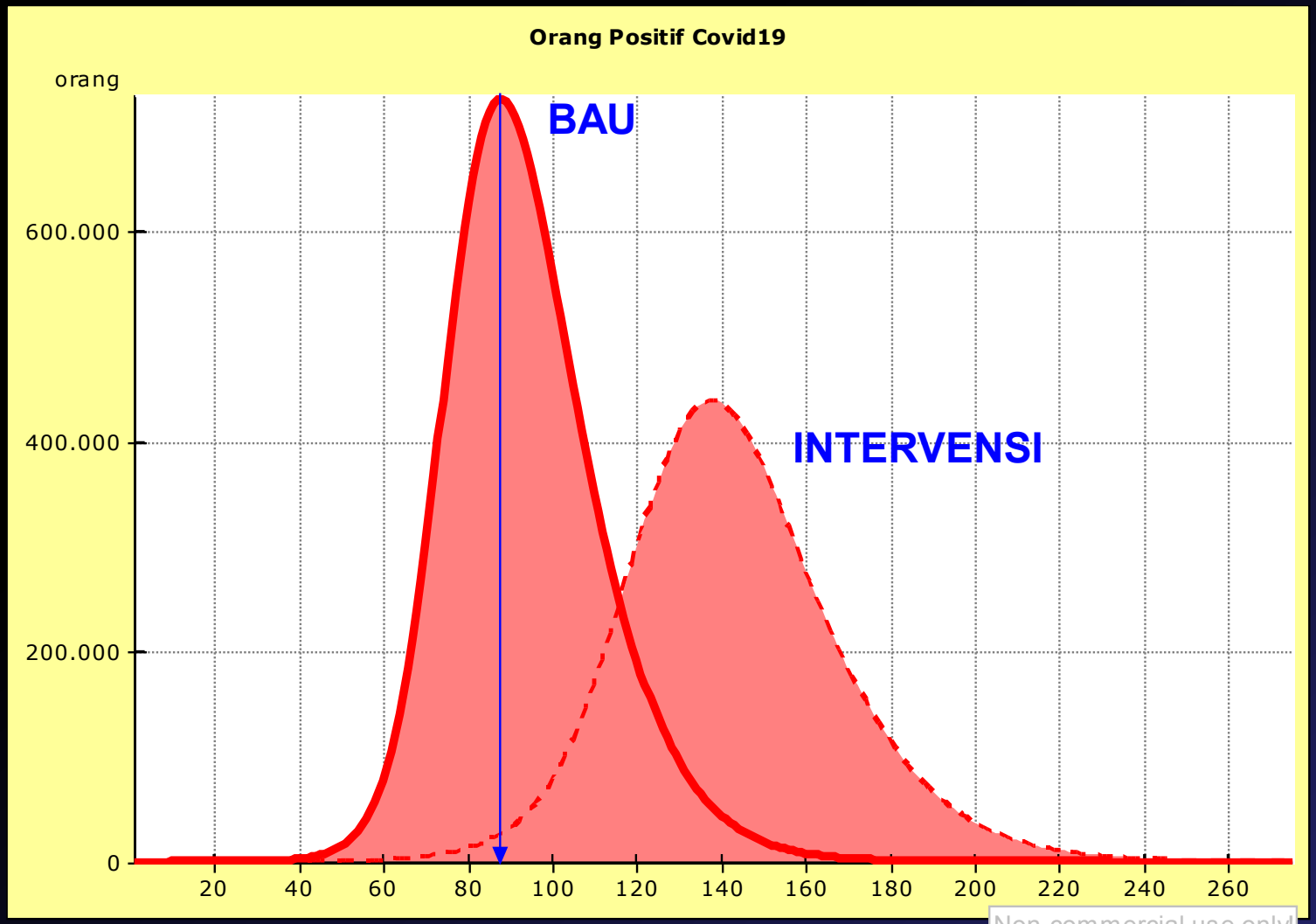
© Budhi Soesilo 2020

Dalam prosesnya status orang terinfeksi sampai dinyatakan menjadi orang positif Covid19 itu melalui fase ODP dan PDP terlebih dahulu. Proses itu memerlukan waktu tertentu (masa inkubasi, *onset*).

Hubungan antara jumlah kasus orang positif Covid19 terkait dengan laju penularan dan dengan asumsi waktu inkubasi *(onset)* tetap adalah sebagai berikut: semakin kecil laju penularan (misalnya dengan mengurangi aktivitas kontak), akan menyebabkan jumlah orang terinfeksi menjadi sedikit. Jumlah orang yang terinfeksi yang sedikit ini akan memerlukan waktu yang lebih lama untuk menularkan kepada orang rentan lain, begitu pula untuk status ODP, PDP, dan orang positif Covid19.

© Budhi Soesilo 2020

Hasil Simulasi Intervensi Mengurangi Aktivitas Masyarakat menjadi 70%



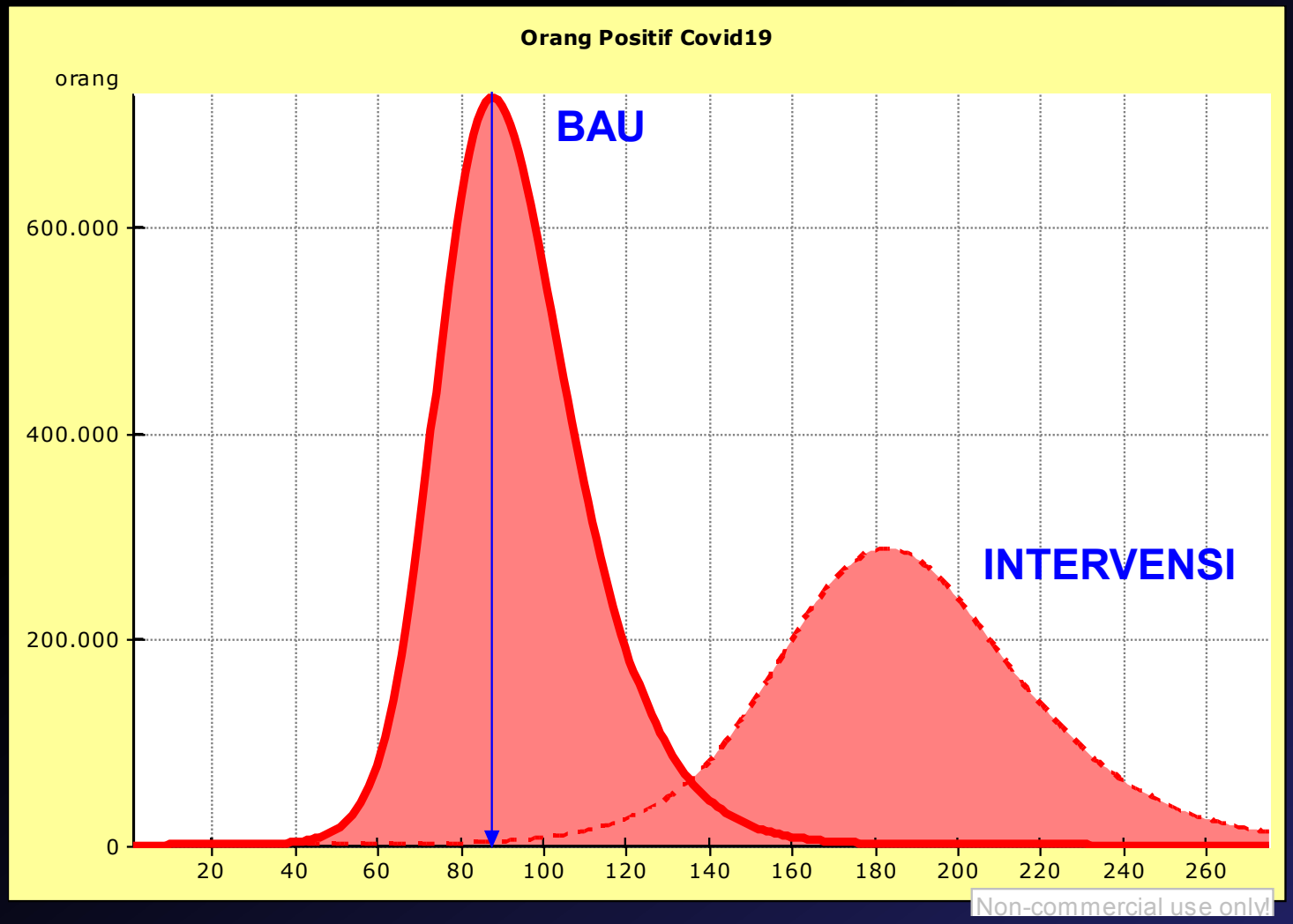
© Budhi Soesilo 2020

Hasil simulasi dengan intervensi mengurangi aktivitas masyarakat (kebijakan Pembatasan Sosial Berskala Besar, PSBB) menjadi 70% dari normalnya memperlihatkan puncak kasus orang positif Covid19 jumlahnya jauh berkurang hampir 50% dibandingkan dengan kondisi BAU (tanpa intervensi), namun kasus orang positif Covid19 puncaknya tercapai dengan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan kondisi BAU.

Fenomena semakin lamanya waktu untuk mencapai kondisi puncak *(peak)* ini telah dijelaskan pada bagian sebelumnya.

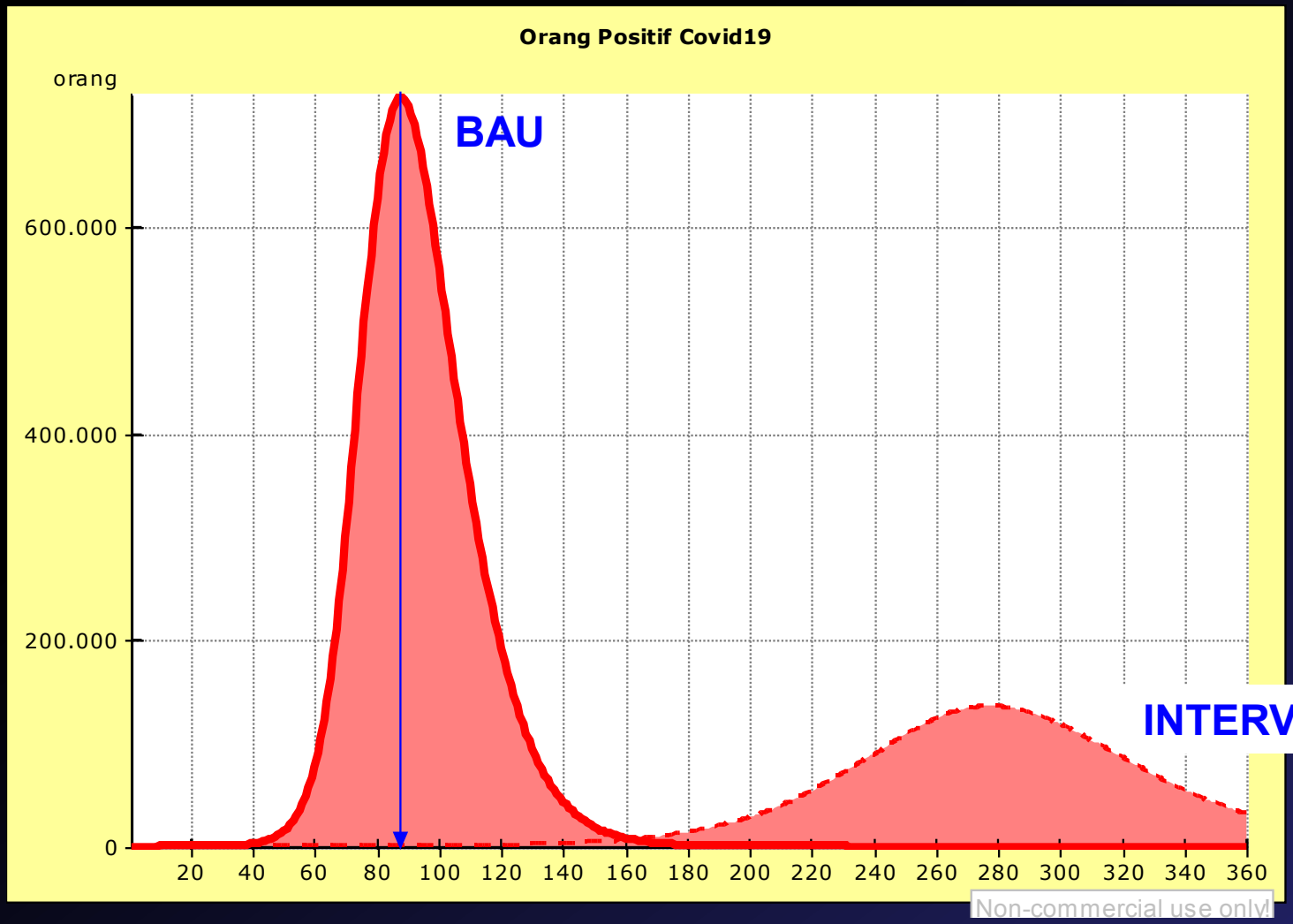
© Budhi Soesilo 2020

Hasil Simulasi Intervensi Mengurangi Aktivitas Masyarakat menjadi 60%



© Budhi Soesilo 2020

Hasil Simulasi Intervensi Mengurangi Aktivitas Masyarakat menjadi 50%

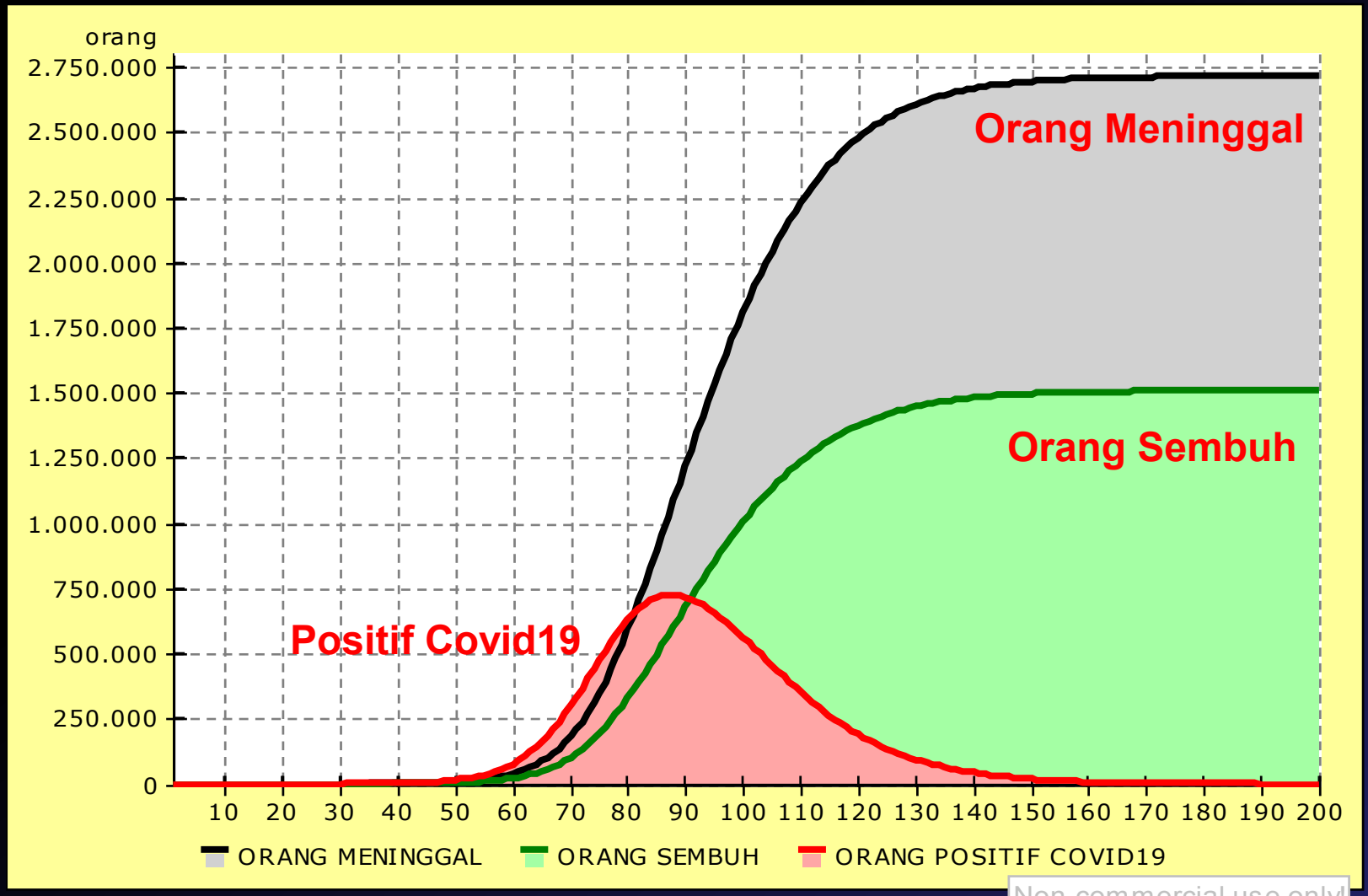


© Budhi Soesilo 2020

Hasil simulasi dengan intervensi mengurangi aktivitas masyarakat menjadi 60% dan 50% dari normalnya memperlihatkan puncak kasus orang positif Covid19 jumlahnya jauh sangat berkurang dibandingkan dengan kondisi BAU (tanpa intervensi), kurang lebih 300.000 kasus pada intervensi sampai 60% dan 180.000an kasus pada intervensi sampai 50%. Akan tetapi tampak bahwa kasus orang positif Covid19 puncaknya tercapai dengan waktu yang juga jauh lebih lama dibandingkan dengan kondisi BAU.

© Budhi Soesilo 2020

Hasil Simulasi *BAU*: Jumlah Orang Meninggal dan Sembuh (1)



© Budhi Soesilo 2020

Hasil Simulasi *BAU*: Jumlah Orang Meninggal dan Sembuh (2)

Hari Ke-	Positif Covid19	Sembuh	Meninggal
99	581.723	977.089	1.758.760
100	560.905	1.006.175	1.811.115
101	539.680	1.034.220	1.861.596
102	518.206	1.061.204	1.910.168
103	496.626	1.087.115	1.956.806
104	475.068	1.111.946	2.001.502
105	453.646	1.135.699	2.044.259
106	432.463	1.158.382	2.085.087
107	411.605	1.180.005	2.124.008
108	391.149	1.200.585	2.161.053
109	371.159	1.220.142	2.196.256
110	351.687	1.238.700	2.229.661
111	332.779	1.256.285	2.261.312
112	314.469	1.272.924	2.291.263
113	296.784	1.288.647	2.319.565
114	279.745	1.303.486	2.346.275
115	263.367	1.317.474	2.371.452
116	247.660	1.330.642	2.395.155
117	232.627	1.343.025	2.417.445
118	218.269	1.354.656	2.438.381

Non-commercial use only

© Budhi Soesilo 2020

Hasil simulasi BAU (tanpa intervensi) memperlihatkan dan menunjukkan bahwa jumlah orang yang sembuh secara akumulatif sampai hari ke-100 adalah 1 juta orang dan 1,5 juta orang sampai hari ke-200.

Selanjutnya, hasil simulasi BAU untuk jumlah orang yang meninggal secara akumulatif sampai hari ke-100 adalah 1,8 juta orang dan 2,7 juta orang sampai hari ke-200.

© Budhi Soesilo 2020

Pengembangan Model Saat Mudik, Lebaran, dan Balik

Fokus pengembangan model ini adalah kondisi pada saat "mudik", pada saat "lebaran" atau Idul Fitri, dan pada saat "arus balik" yang terjadi di DKI Jakarta.

Mudik adalah migrasi penduduk dari kota ke desa. Pada masa pandemi ini arus mudik dapat terjadi karena berbagai faktor antara lain: diberhentikan dari pekerjaan dan tidak punya lagi tempat tinggal, tidak dapat lagi meneruskan usaha karena sepi pembeli, masyarakat yang memang punya tradisi "mudik" setiap lebaran, dan alasan-alasan lainnya. Kejadian mudik ini dilakukan sebelum dan selama masa PSBB diberlakukan

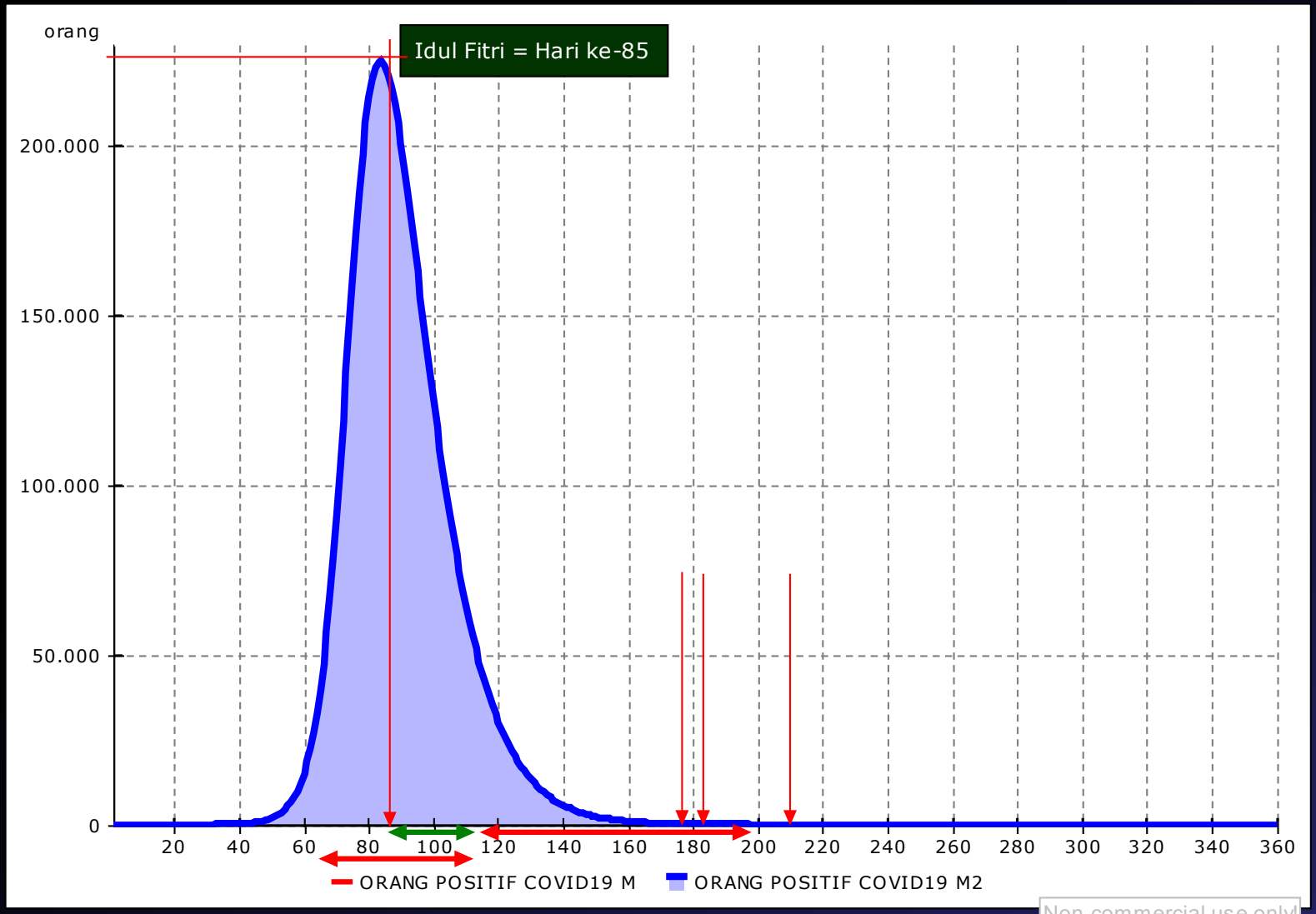
© Budhi Soesilo 2020

Selain itu masih dijumpai banyaknya masyarakat yang "mudik" ke luar Jakarta disebabkan karena banyak faktor, selain yang disebutkan pada bagian sebelumnya, juga disebabkan karena faktor ketidakjelasan aturan atau kebijakan yang diterapkan pemerintah atau pernyataan beberapa pejabat pemerintah yang membingungkan.

Proses "mudik" sendiri dilakukan dengan berbagai cara dan paling banyak melalui jalan darat, antara lain menggunakan kendaraan pribadi, travel, bus, sepeda motor, bahkan dengan "akal-akalan" menggunakan truk untuk mengangkut barang.

© Budhi Soesilo 2020

Hasil Simulasi "Tanpa" Mudik



Non-commercial use only

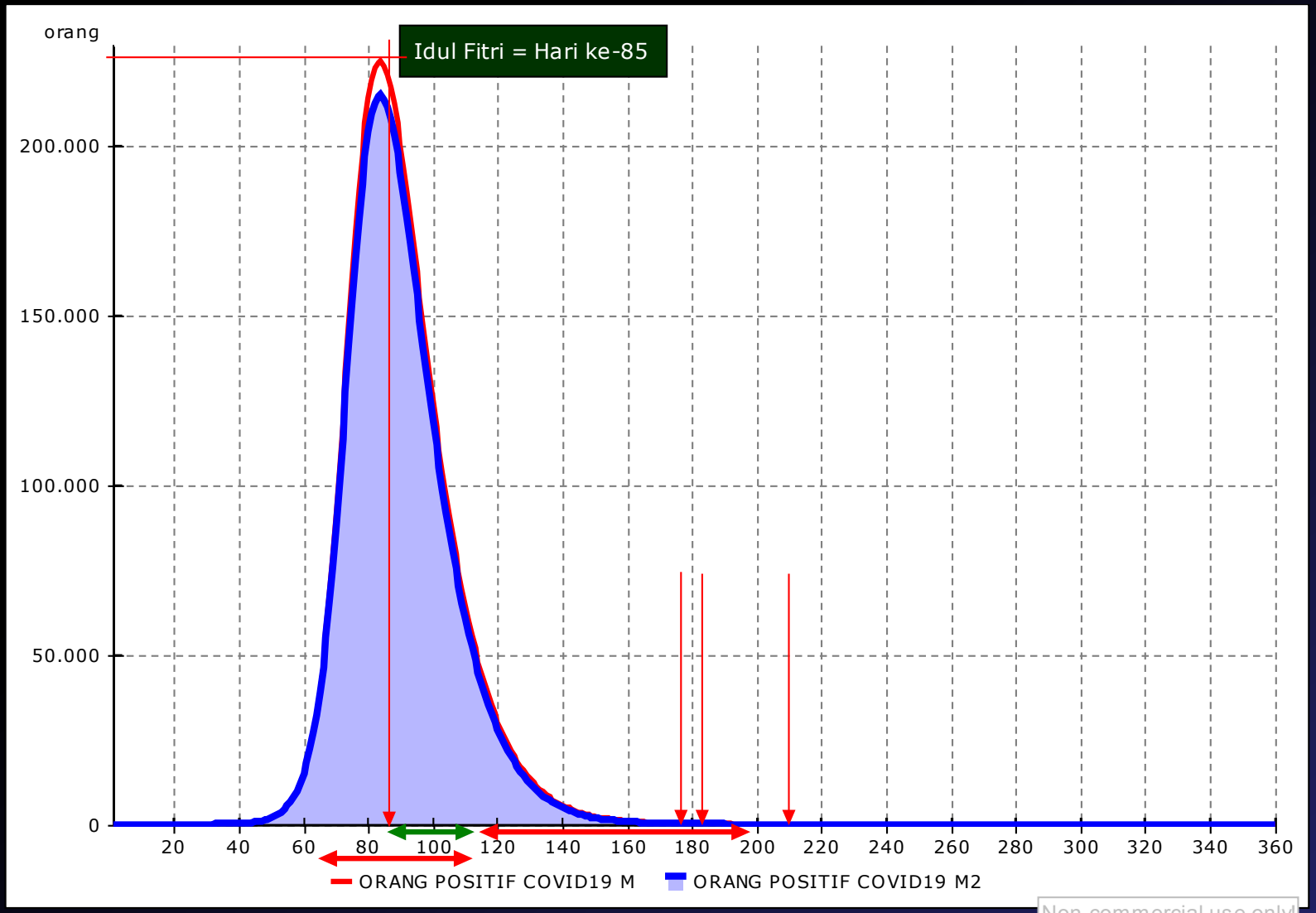
© Budhi Soesilo 2020

Hasil simulasi tanpa mudik dilakukan selama 360 hari dimulai pada tanggal 1 Maret 2020 (hari pertama simulasi). Hasil simulasi memperlihatkan puncak kasus positif Covid19 terjadi pada hari ke 80-83 sejak tanggal 1 Maret 2020, itu berarti menjelang hari Idul Fitri yang jatuh pada tanggal 24 Mei 2020 (hari ke-85 simulasi).

Setelah mencapai puncaknya, kasus akan menurun secara gradual dan mencapai titik nol (tidak dijumpai kasus positif Covid19) kurang lebih pada hari ke-220 sejak tanggal 1 Maret 2020 (pada pertengahan Oktober 2020).

© Budhi Soesilo 2020

Hasil Simulasi "Dengan" Mudik, tanpa "Balik"



Non-commercial use only!

© Budhi Soesilo 2020

Hasil simulasi dengan mudik memperlihatkan perilaku jumlah kasus positif Covid19 berkurang sedikit (grafik warna biru) dibandingkan dengan kondisi tanpa mudik (grafik warna merah sebagai pola dasar).

Hal ini dapat dijelaskan karena jumlah pemudik dari DKI Jakarta ke luar cukup besar (secara total 750 ribu orang hingga 1 juta orang). Jumlah yang besar itu tentunya akan mengurangi jumlah orang rentan dan dengan angka kontak yang tidak berubah akan menyebabkan jumlah orang terinfeksi menjadi berkurang.

Tidak ada kasus positif Covid19 baru setelah perilaku menjadi nol.

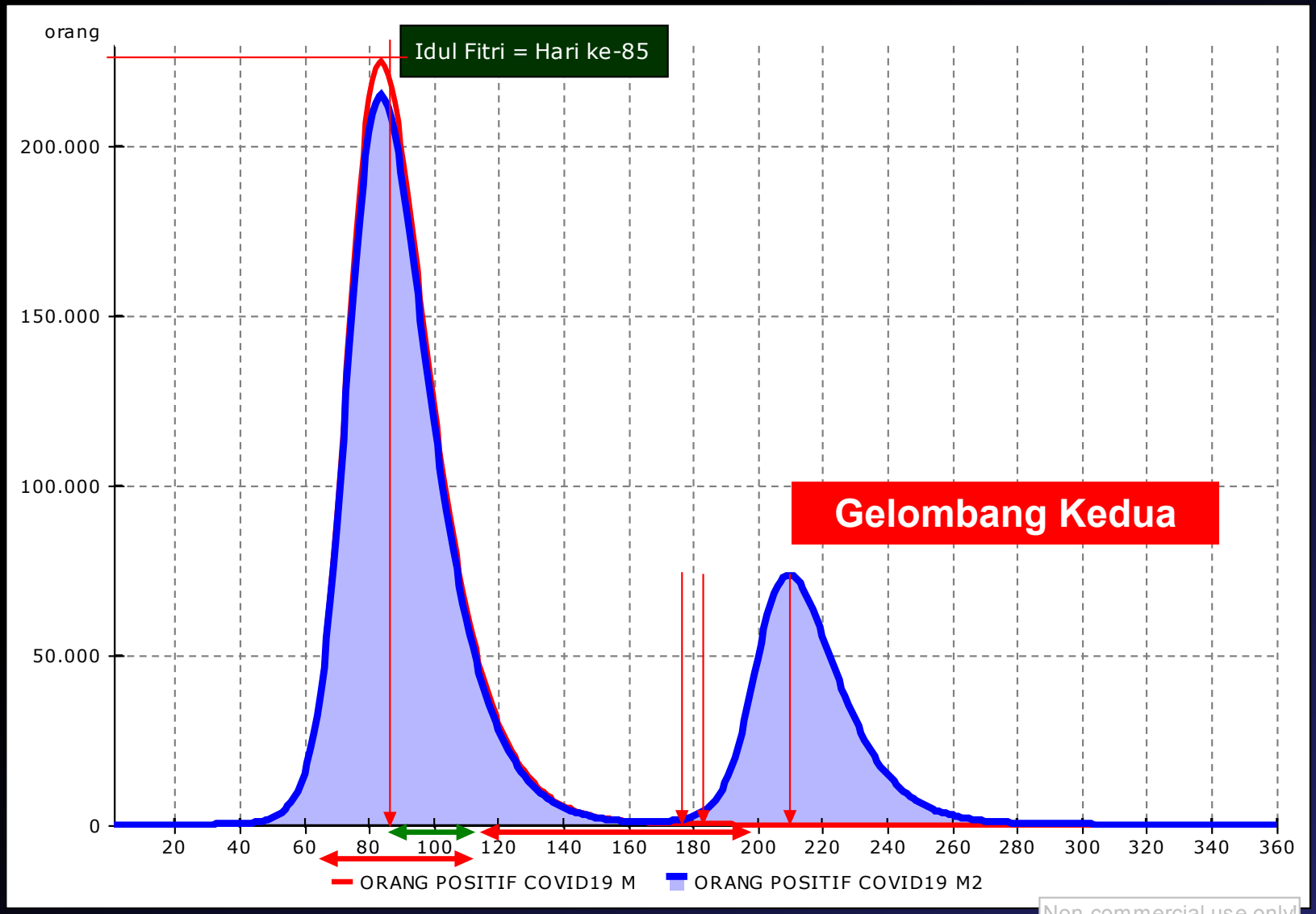
© Budhi Soesilo 2020

Namun dengan adanya perpindahan penduduk melalui arus mudik maka potensi kasus baru di lokasi baru akan semakin meningkat. Mudik akan menyebarkan virus ke lokasi baru dengan tingginya mobilitas penduduk (Kreamer *et al.*, 2020)

Jumlah kasus di DKI Jakarta akan turun bersama dengan mudiknya masyarakat tapi akan menambah kasus positif Covid19 baru di lokasi lain yang menjadi tujuan mudik.

© Budhi Soesilo 2020

Hasil Simulasi dengan "Mudik" dan "Arus Balik" (R_0=2)



Non-commercial use only!

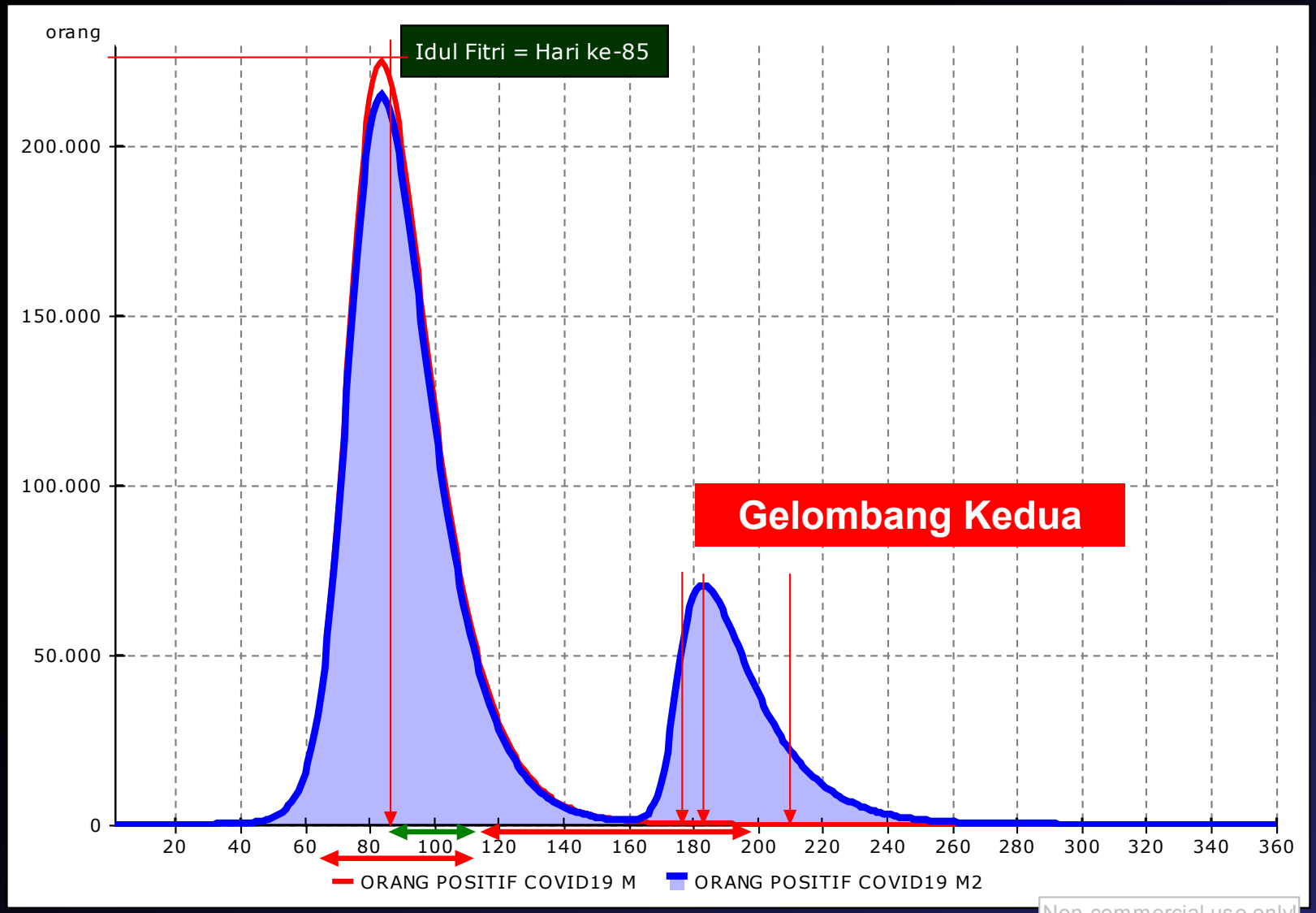
© Budhi Soesilo 2020

Hasil simulasi dengan memperhitungkan arus “mudik” yang berlangsung secara perlahan-lahan sejak pertengahan April 2020 sampai dengan akhir Juni 2020 dan “arus balik” yang berlangsung juga secara bertahap dari akhir Juni 2020 sampai dengan akhir September 2020, memperlihatkan adanya gelombang kedua *(second wave)* dari kasus positif Covid19.

Gelombang kedua dengan $R_0 = 2$ ini mulai meningkat secara cepat di awal Agustus 2020 dan mencapai puncaknya pada akhir September 2020 (hari ke-210 simulasi).

© Budhi Soesilo 2020

Hasil Simulasi dengan "Mudik" dan "Arus Balik" (R_0=5)



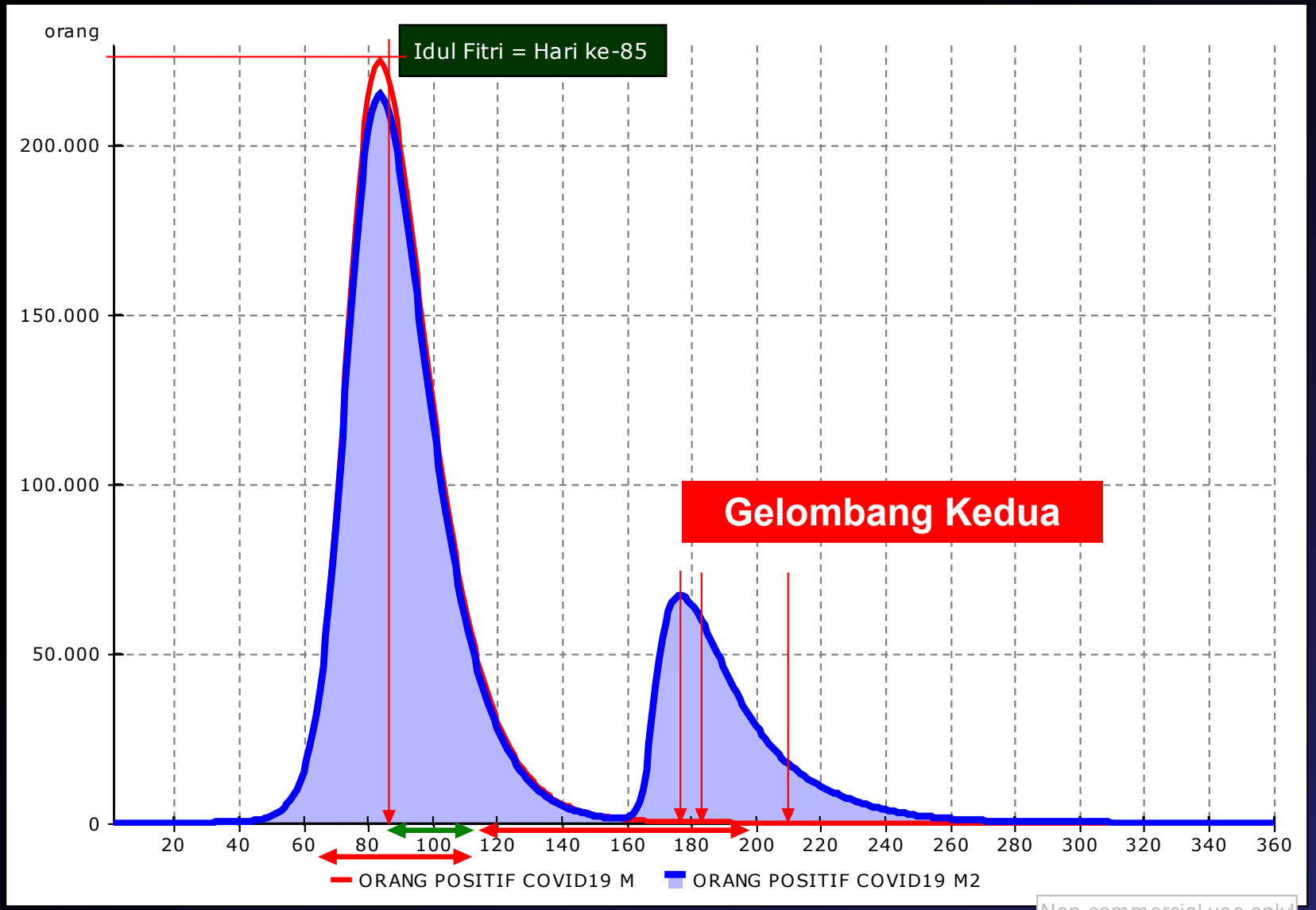
Non-commercial use only!

© Budhi Soesilo 2020

Hasil simulasi dengan memperhitungkan arus “mudik” dan arus “balik” dengan R_0 = 5 memperlihatkan gelombang kedua kasus positif Covid19 di DKI Jakarta akan lebih cepat mencapai puncak di awal September 2020. Hal ini disebabkan karena angka kontak menjadi meningkat 2,5 kali jika dibandingkan dengan R_0 = 2 yang menyebabkan orang yang terinfeksi menjadi lebih banyak. Kondisi ini menyebabkan perilaku hasil simulasi memperlihatkan peningkatan kasus positif Covid19 dengan cepat *(rapid growth)* terjadi mulai awal Agustus 2020 (hari ke-165 simulasi).

© Budhi Soesilo 2020

Hasil Simulasi dengan "Mudik" dan "Arus Balik" (R_0=8)



Non-commercial use only

© Budhi Soesilo 2020

Hasil simulasi dengan memperhitungkan arus “mudik” dan arus “balik” dengan $R_0 = 8$ memperlihatkan gelombang kedua kasus positif Covid19 di DKI Jakarta akan lebih cepat lagi mencapai puncak yaitu di pertengahan Agustus 2020 (hari ke-175 simulasi) dengan jumlah kasus positif Covid19 sebanyak kurang lebih 70.000 kasus.

© Budhi Soesilo 2020

Pembahasan

Pada saat mengakhiri bulan suci Ramadhan dan menjelang hari Idul Fitri, kita melihat melalui siaran televisi aktivitas masyarakat yang meningkat terutama di pasar-pasar, mal, dan tempat-tempat perdagangan lain dengan mengabaikan protokol kesehatan. Masyarakat seolah “kalap” dan lupa bahwa saat ini kita sedang melaksanakan PSBB.

Akibatnya, risiko penularan Covid19 menjadi sangat tinggi dan akan menyebabkan semakin banyak orang yang positif Covid19 di kemudian hari setelah masa inkubasi terlalui. Demikian pula dengan orang dalam jumlah besar melakukan perjalanan “mudik” dengan berbagai cara.

© Budhi Soesilo 2020

Dengan meningkatnya aktivitas masyarakat untuk belanja dan mudik, maka akibatnya adalah risiko tertular atau menularkan virus Corona dari seseorang ke orang lain akan meningkat. Orang yang sudah tertular itu tidak langsung menunjukkan gejala karena ada masa inkubasi selama 14-20 hari. Artinya orang yang tertular pada tanggal 1 misalnya, akan menjadi sakit pada 14-20 hari kemudian. Apalagi dengan tidak dengan segeranya hasil pemeriksaan konfirmasi virus Covid19 (PCR) didapatkan, akan menambah waktu untuk seseorang dinyatakan positif Covid19.

Apa yang terjadi jika orang yang tertular itu mudik? Orang tersebut akan menjadi sakit di daerah tujuan mudiknya 14-20 hari kemudian sejak dia tertular di Jakarta.

© Budhi Soesilo 2020

Fenomena “mudik” pada saat menghadapi hari Idul Fitri sudah menjadi “budaya” di Indonesia. Di tengah pandemi Covid19 inipun semangat mudik masih tetap tinggi di negara ini, khususnya bagi warga DKI Jakarta. Berbeda dengan alasan klasik untuk mudik dari waktu ke waktu, saat ini di masa darurat pandemi Covid19 dan di masa diberlakukannya pembatasan sosial berskala besar oleh Pemerintah DKI Jakarta, alasan mudik bertambah banyak lagi. Diantara alasan yang dikemukakan adalah: (a) banyak orang mengalami pemutusan hubungan kerja (PHK) sehingga tidak punya penghasilan dan tidak mampu lagi bertahan hidup di Jakarta,

© Budhi Soesilo 2020

(b) Tidak mempunyai biaya lagi untuk membayar sewa rumah atau tempat kos sehingga sudah “diusir” oleh pemilik rumah/tempat kos, padahal yang bersangkutan masih mau berusaha bidang lain di Jakarta.

Kondisi lelah, bingung, dan putus asa itu diperparah dengan peraturan pemerintah yang terlambat diambil, peraturan yang membingungkan bagi masyarakat awam. Selain itu, pernyataan dari banyak pejabat pemerintah di tingkat pusat maupun daerah yang saling bertentangan, tidak didukung fakta ilmiah, dan tidak berdasarkan peraturan/perundangan yang ada semakin memperburuk kondisi.

© Budhi Soesilo 2020

Kondisi itu secara akumulatif mendorong masyarakat untuk mengambil keputusan untuk mudik. Niat ini menjadi terwujud pada waktu pemerintah tidak secara tegas melarang mudik atau terlambat mengeluarkan peraturan untuk melarang mudik. Kejadian ini sudah berlangsung sejak pertengahan bulan Maret 2020 (menjelang bulan Ramadhan).

Pada saat pemerintah mengeluarkan peraturan yang melarang mudik secara khusus bagi ASN, TNI, dan Polri, masyarakat segera mengantisipasi justru untuk pulang mudik karena takut pada akhirnya nanti larangan tersebut mengenai mereka.

© Budhi Soesilo 2020

Belakangan ternyata dugaan itu menjadi kenyataan yang mana keluar peraturan yang melarang semua orang untuk mudik. Diduga data orang yang mudik pada waktu peraturan larangan itu dikeluarkan, sudah banyak. Dispensasi yang diberikan kepada beberapa petugas untuk boleh bepergian juga dimanfaatkan oleh masyarakat dengan “akal-akalan” seperti yang banyak kita saksikan lewat siaran televisi.

Berdasarkan fakta itu, tidak mengherankan jika jumlah orang yang mudik dari Jakarta semakin banyak yang kita semua tidak tahu status kesehatannya, apakah OTG, OPD, PDP, atau bahkan sudah dinyatakan positif Covid19.

© Budhi Soesilo 2020

Akibatnya, daerah yang menerima “pemudik” yang tidak terdeteksi status kesehatannya itu menjadi berisiko untuk menjadi episentrum baru dalam hal penularan Covid19. Dengan kata lain penularan Covid19 di “ekspor” dari Jakarta ke berbagai daerah khususnya di Jawa.

Selanjutnya, kebiasaan pemudik untuk balik ke Jakarta dengan membawa teman dan kerabatnya menjadi persoalan tersendiri buat DKI Jakarta. Jika tidak dapat terbendung dengan baik, maka arus balik orang-orang (yang juga tidak terdeteksi status kesehatannya) ini akan meningkatkan angka kontak di masyarakat yang pada akhirnya menimbulkan “Gelombang Kedua” *(second wave)* kasus Covid19.

© Budhi Soesilo 2020

Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi model yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan:

1. Arus "mudik" menyebabkan perilaku kasus positif Covid19 di DKI Jakarta sedikit berkurang dibandingkan dengan tanpa arus "mudik".
2. Arus "mudik" dengan arus "balik" yang keluar dan masuk ke DKI Jakarta akan menimbulkan gelombang kedua kasus positif Covid19.
3. Jumlah kasus positif Covid19 pada gelombang kedua sangat bergantung pada berapa angka kontak (R_0) yang terjadi di masyarakat akibat masuknya banyak orang dari berbagai daerah ke DKI Jakarta. Semakin besar angka kontak akan menyebabkan semakin cepat jumlah kasus positif Covid19 bertambah dan semakin cepat mencapai puncaknya.

© Budhi Soesilo 2020

Saran

Berdasarkan hasil simulasi model dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disampaikan beberapa saran:

1. Mengingat dampak arus balik menimbulkan gelombang kedua kasus positif Covid19 yang cukup besar, maka "anjuran" tetap tinggal di rumah harus lebih disosialisasikan kepada semua lapisan masyarakat sampai ke tingkat paling bawah. Pemerintah harus melibatkan tokoh masyakarat, pemimpin formal, para pemimpin agama (ulama/ustadz, pastor, pendeta, biksu), polisi, militer, babinsa, dan lain-lain untuk terus menerus memberi penjelasan, pengertian, edukasi kepada masyarakat tentang bahaya Covid19 agar timbul kesadaran dan mau mengubah perilaku ke arah perilaku hidup sehat.

© Budhi Soesilo 2020

2. Pemerintah harus secara tegas menerapkan sanksi bagi masyarakat yang melanggar aturan pembatasan sosial berskala besar.
3. Pemerintah tidak lagi mengeluarkan peraturan yang membingungkan masyarakat atau membuat salah tafsir di kalangan masyarakat.
4. Para pejabat pemerintah baik di tingkat nasional maupun daerah tidak mudah mengeluarkan pernyataan yang tidak berdasarkan fakta ilmiah dan tidak merujuk pada peraturan/perundangan.

© Budhi Soesilo 2020

Pembahasan Khusus

1. Berdasarkan hasil riset yang dilakukan Smith & Friedman (2020), saat ini langkah terbaik yang dapat dilakukan untuk mengurangi atau bahkan meniadakan laju penularan Covid19 adalah dengan melakukan karantina, isolasi diri. Selaras dengan itu Chen *et al.* (2020) juga menyatakan untuk meniadakan dan menurunkan laju penularan Covid19 dapat dilakukan dengan mengurangi kontak dan mengurangi atau membatasi aktivitas masyarakat. Menurunkan aktivitas masyarakat itu dapat diwujudkan dengan cara:
   (a) *social distancing*, *physical distancing*, karantina, pembatasan sosial berskala besar (PSBB).

© Budhi Soesilo 2020

(b) Meniadakan virus yang menempel pada permukaan benda dapat diminimalkan/dinihilkan dengan tindakan cuci tangan menggunakan sabun, "menggunakan *hand sanitizer*", penyemprotan benda-benda dengan desinfektans. Mencegah *droplet infection* dengan menggunakan masker.

Berdasarkan hal-hal tersebut di atas, yang paling mudah dilakukan oleh masyarakat adalah pembiasaan diri untuk memelihara dan meningkatkan higiene pribadi. Salah satu caranya adalah mendorong kebiasaan sering mencuci tangan dengan menggunakan sabun, terutama setelah memegang benda (pegangan pintu, tombol lift, dan lain-lain).

© Budhi Soesilo 2020

2. Pembiasaan diri dengan sering mencuci tangan juga harus diikuti dengan edukasi cara mencuci tangan yang benar dan higienis agar masyarakat tidak mencuci tangan asal saja sehingga tidak seluruh permukaan punggung tangan, telapak tangan, dan sela-sela jari-jari bersih. Edukasi juga menyangkut penggunaan air. Biasanya pada saat menggosok telapak tangan, punggung tangan dengan sabun, air dari keran dibiarkan mengalir dengan waktu yang cukup lama (10-20 detik). Jika ini dibiarkan akan terjadi pemborosan air bersih, apalagi di daerah yang kondisinya sangat kekurangan air bersih terutama di musim kemarau.

© Budhi Soesilo 2020

3. Masyarakat juga perlu diberikan edukasi tentang bagaimana cara menggunakan masker yang baik dan benar. Hal ini penting karena masih banyak masyarakat yang keliru cara menggunakan masker karena faktor tidak tahu dan hanya ikut-ikutan saja melihat orang lain menggunakan. Edukasi juga harus menerangkan bagaimana memperlakukan atau mengelola masker bekas pakai, sebab masih banyak dijumpai masyarakat yang membuang secara sembarangan masker bekas pakai yang boleh jadi membahayakan orang lain karena termasuk limbah medis.

© Budhi Soesilo 2020

4. Mobilitas penduduk akan meningkatkan penularan dan penyebaran Covid19 (Zhanwen, Lin & Simon, 2020; Wu, Leung & Leung, 2020; Chinnazi *et al.,* 2020; Kraemer *et al.,* 2020). Oleh karena itu jika masyarakat patuh untuk tidak mudik sehingga tidak terjadi perpindahan atau migrasi penduduk maka akan terjadi penurunan kasus positif Covid19 lebih cepat. Tidak melakukan "mudik" juga berpotensi tidak terjadi kasus baru di daerah tujuan mudik sehingga mengurangi resiko terbentuknya episentrum baru penularan Covid19. Selain itu perlu kewaspadaan pemerintah agar gelombang kedua kasus Covid19 tidak terjadi melalui pembatasan penduduk yang masuk ke wilayahnya saat pada arus balik.

© Budhi Soesilo 2020

DAFTAR PUSTAKA

Chinazzi, M. *et al.* 2020. The effect of travel restriction on the spread of the 2019 novel corona virus (COVID-19) outbreak. *Science*, 368 (6489), pp. 395-400.

Chen, H., Xu, W., Paris, C., Reeson, A., Li, X. 2020. Social distance and SARS memory: impact on the public awareness of 2019 novel coronavirus (COVID-19) outbreak. *medRxiv*. published online March 11

Kraemer, M.U.G. *et al. 2020*. The effect of human mobility and control measure on the Covid19 epidemic in China. *Science (New York, N.Y.)*

Leung, K., Wu, J.T., Liu, D., Leung, G.M. 2020. First-wave COVID-19 transmissibility and severity in China outside Hubei after control measures, and second-wave scenario planning: a modeling impact assessment. *The Lancet*, 395 (10233), pp. 1382-1393.

© Budhi Soesilo 2020

Smith, Wilder & Freedman, MD. 2020. Isolation, quarantine, social distancing and community containment: pivotal role for old-style public health measures in the novel coronavirus (2019-nCoV) outbreak Journal of Travel Medicine, 2020, 1–4

Wu, J.T., Leung, K., Leung, G.M. 2020. Nowcasting and forecasting the potential domestic and international spread of the 2019-nCov outbreak originating in Wuhan, China: a modeling study. *The Lancet*, 395 (10225), pp. 689-697.

Xu, S & Li, Y. 2020. Beware of the second wave of COVID-19. *The Lancet.* 395 (10233), pp. 1321-1322

Zhanwei, D., Lin, W., Simon, C. 2020. Risk for transportation of 2019 novel coronavirus disease from Wuhan to other cities in China. *Emerging Infect Dis J*, 26:5.

© Budhi Soesilo 2020

TERIMA KASIH

© Budhi Soesilo 2020