

Pendekatan Pemodelan Matematika Dinamis Dalam Analisis Prediksi COVID-19 Sebagai Masukan Kebijakan Pemerintah Indonesia

Ibnu Susanto Joyosemito ^{1,*}, Narila Mutia Nasir ²

¹ Fakultas Teknik; Universitas Bhayangkara Jakarta Raya; Jl. Raya Perjuangan, Marga Mulya, Bekasi Utara, Kota Bekasi, Jawa Barat 17121, Telp: (021) 88955882, 889955883; e-mail: ibnu.susanto@dsn.ubharajaya.ac.id

² Fakultas Ilmu Kesehatan; UIN Syarif Hidayatullah Jakarta; Jl. Kertamukti No. 5, Pisangan, Ciputat, Tangerang Selatan, Banten 15419, Telp: (021) 74716718; e-mail: narilamutia@uinikt.ac.id

* Korespondensi: e-mail: ibnu.susanto@dsn.ubharajaya.ac.id

Submitted: 04/01/2021; Revised: 11/01/2021; Accepted: 18/01/2021; Published: 29/01/2021

Abstract

World Health Organization has declared Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) as pandemic on March 11, 2020. It becomes a global health issue since all countries over the world including Indonesia are fighting against the disease. In order to minimize the impact of COVID-19, the government need to implement the right policy. One of the important elements in deciding the policy is by having the estimation of the COVID-19 cases using the modeling simulation. The objective of this community service activity was to provide the analysis the COVID-19 cases in Indonesia using a dynamic modeling approach. Two basic scenarios of with and without the policy implementation was simulated simultaneously with Monte Carlo method. The model results demonstrated that it needs to implement Large Scale Social Restriction (LSSR) policy to reduce the contact rate in order to reduce the spread of transmission and to extend the period of LSSR until the peak of pandemic in Indonesia is passed. The peak of pandemic under LSSR policy scenario will be reached in the middle of July. Those result were presented twice to government party. Unfortunately, the LSSR was relaxed soon after the second presentation. A precise prediction by the model was occurred when the relaxation of LSRR was implemented, then the peak of COVID-19 pandemic was shift to the uncertain time. It is suggested that the stakeholders especially the policy maker should consider the modeling analysis as a tool for helping in the policy arrangement of COVID-19 countermeasure.

Keywords: COVID-19, Dynamics Modeling, High Leverage Policy, Social Restriction

Abstrak

Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) telah menetapkan *Coronavirus Disease 2019* (COVID-19) sebagai pandemi pada 11 Maret 2020. COVID-19 menjadi isu kesehatan secara global karena semua negara di dunia termasuk Indonesia sedang berjuang melawannya. Untuk meminimalisir dampak COVID-19, pemerintah perlu menerapkan kebijakan yang tepat. Salah satu elemen penting dalam pengambilan keputusan adalah dengan melakukan estimasi kasus COVID-19 dengan menggunakan pemodelan. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk menyediakan analisis kasus COVID-19 di Indonesia dengan menggunakan pendekatan pemodelan dinamis. Dua buah basis skenario yaitu dengan dan tanpa implementasi kebijakan disimulasikan secara bersamaan dengan metode *Monte Carlo*. Hasil keluaran model menunjukkan perlunya penerapan kebijakan Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB) untuk mengurangi laju kontak (*contact rate*) dengan penderita guna mengurangi penyebaran penularan dan memperpanjang periode PSBB hingga puncak pandemi COVID-19 di Indonesia terlampaui. Puncak pandemi dalam skenario kebijakan PSBB akan terjadi pada pertengahan

Juli. Hasil pemodelan tersebut sudah dua kali dipresentasikan kepada pihak pemerintah. Sayangnya, PSBB diperlonggar diimplementasikan oleh pemerintah setelah presentasi kedua. Prediksi yang tepat secara kuantitatif oleh model terjadi pada saat PSBB diperlonggar diimplementasikan oleh karenanya puncak pandemi COVID-19 bergeser ke waktu yang belum dapat dipastikan. Untuk itu disarankan agar para pemangku kepentingan terutama pembuat kebijakan dapat mempertimbangkan analisis pemodelan sebagai alat bantu dalam menyusun kebijakan untuk tindakan penanggulangan COVID-19.

Kata kunci: COVID-19, Modeling, Kebijakan Berpengaruh Tinggi, Pembatasan Sosial

1. Pendahuluan

Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) saat ini menjadi isu global yang masih menjadi perhatian termasuk di Indonesia. Penyakit yang disebabkan oleh *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2* (SARS-CoV-2) pertama kali teridentifikasi di Wuhan, Cina pada akhir bulan Desember 2019. Sejak saat itu COVID-19 menyebar dengan sangat cepat ke seluruh dunia. Kasus di Indonesia diumumkan pertama kali pada tanggal 2 Maret 2020. Selanjutnya pada tanggal 11 Maret 2020, World Health Organization (WHO) menyatakan dunia menghadapi pandemi COVID-19 (World Health Organization, 2020)

Jumlah kasus COVID-19 terus meningkat seiring waktu. Berdasarkan data resmi dari laman www.covid19.go.id, pada tanggal 5 April 2020 tercatat 2.273 kasus positif COVID-19 di Indonesia (Satgas Penanganan COVID-19, 2020). Dalam waktu tiga bulan, kasus COVID-19 meningkat pesat dari 2 kasus menjadi sudah mencapai 26.940 (Satgas Penanganan COVID-19, 2020). Penyebaran kasus yang sangat cepat ini terjadi karena penularan COVID-19 adalah melalui droplet yang dikeluarkan oleh penderita dan kontak dengan penderita atau barang yang sudah terkontaminasi SARS-CoV-2 (World Health Organization, 2020). Oleh karena itu pada tanggal 16 maret 2020 pemerintah melakukan kampanye agar masyarakat beraktivitas di rumah saja untuk memutus mata rantai penularan COVID-19.

Pandemi COVID-19 tidak hanya memberi dampak pada kesehatan masyarakat tetapi juga memiliki dampak pada aspek kehidupan lainnya. Pada sektor kesehatan, peningkatan kasus yang terus terjadi menyebabkan kematian tidak hanya pada masyarakat umum tetapi juga di kalangan tenaga medis. Sampai akhir Mei 2020, bertepatan dengan berakhirnya status keadaan darurat bencana wabah COVID-19 yang ditetapkan oleh BNPB menunjukkan terdapat 1.573 kematian (Satgas Penanganan COVID-19, 2020). Dampak lain yang juga perlu menjadi perhatian adalah dampak sosial ekonomi. Pada awal masa pandemi dilakukan berbagai kajian yang menunjukkan bahwa terjadi penurunan dalam hal perekonomian, seperti menurunnya pertumbuhan ekonomi dan meningkatnya angka pengangguran dan kemiskinan (Deloitte, 2020; Samudra & Setyonaluri, 2020; Suryahadi et al., 2020; Susilawati et al., 2020; UNICEF, 2020).

Untuk menyusun strategi dalam menanggulangi COVID-19 di Indonesia, diperlukan pendekatan multidisiplin ilmu. Salah satunya adalah dengan membuat modelling untuk memperkirakan jumlah kasus COVID-19 yang akan terjadi dalam beberapa bulan ke depan sehingga dapat diputuskan langkah-langkah pencegahan agar situasi tidak makin memburuk. Modeling telah berhasil digunakan pada saat pandemi Ebola (Do & Lee, 2016). Modeling untuk

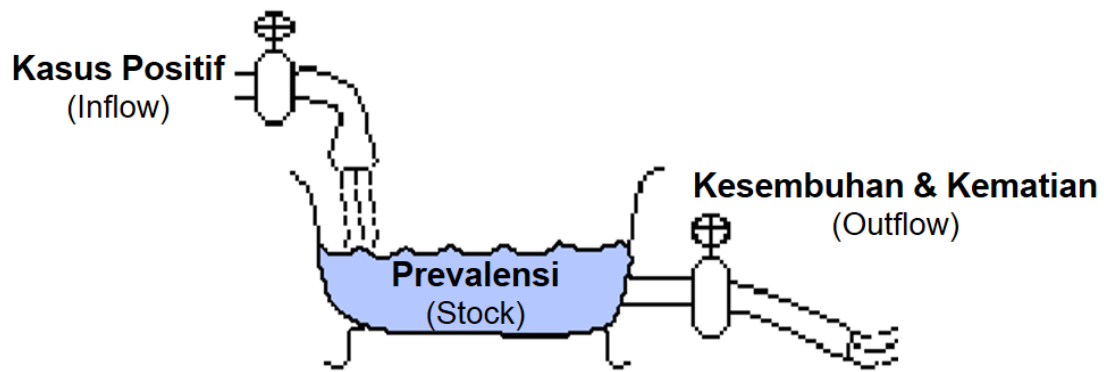
COVID-19 juga sudah dibuat untuk memprediksi kasusnya di Amerika Serikat, Cina, dan Korea Selatan (Kim et al., 2020; Ndaïrou et al., 2020; Reiner et al., 2020). Beberapa penelitian sudah dilakukan di awal pandemi untuk memprediksi jumlah kasus dan kapan puncak pandemi terjadi di Indonesia (Nuraini et al., 2020; Rustan & Handayani, 2020). Akan tetapi, fakta menunjukkan perkembangan dinamis dari kasus COVID-19 yang masih membutuhkan eksplorasi lebih lanjut, termasuk dalam hal pemodelan.

Pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk memberi masukan bagi pemerintah dalam menentukan kebijakan penanganan COVID-19 dengan menyediakan analisis data dengan pemodelan, termasuk perkiraan puncak pandemi di Indonesia. Hasil pemodelan ini juga dapat memberikan gambaran ke masyarakat tentang prakiraan situasi COVID-19 di Indonesia.

2. Metode Penelitian dan Proses Pemodelan

Pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat ini dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu tahapan analisis data, pengembangan model, pemaparan hasil pemodelan kepada pemerintah yang dapat dijadikan masukan untuk menghasilkan kebijakan dalam penanganan pandemi COVID-19 di Indonesia. Tahapan Pengembangan model dilakukan dua kali yaitu untuk Model COVID-19 prakiraan *Business as Usual* (BAU) dan Puncak Pandemi (PP). Tahapan pemaparan kepada pemerintah juga dilakukan sebanyak dua kali.

Tahap analisis data dan pengembangan model dilakukan dengan langkah berikut a) Mengumpulkan dan menganalisis data kasus COVID-19 di Indonesia terkait kasus konfirmasi positif, kematian dan kesembuhan yang bersumber dari laman corona.jakarta.go.id, pusatkrisis.kemkes.go.id, dan covid19.go.id untuk Model COVID-19 BAU. Sedangkan untuk Model COVID-19 PP, seluruh datanya bersumber dari laman covid19.go.id. b) Model COVID-19 BAU memproyeksikan kasus COVID-19 di Indonesia dengan kondisi tanpa adanya intervensi kebijakan dari pemerintah. c) Model COVID-19 PP memproyeksikan kasus COVID-19 di Indonesia dengan intervensi kebijakan dari pemerintah dengan menggunakan dua scenario implementasi kebijakan yaitu (1) Pembatasan Sosial Skala Besar (PSBB) dan (2) New normal atau PSBB transisi (untuk nama model disebut: PSBB diperlonggar). d) Membangun dan mengembangkan Model COVID-19 dengan menggunakan konsep dasar pemodelan dinamis yaitu Stock dan Flow. Konsep ini sangat kuat dalam menyederhanakan pandangan kita terhadap semua sistem yang ada di dunia nyata dan merepresentasikannya ke sebuah model (Forrester, 2009). Konsep *Stock* dan *Flow* masing-masing dapat dimetaforakan sebagai bak mandi (bathtub) dan keran/pipa. Jumlah air di bak mandi (*Stock*) setiap saat/dari waktu ke waktu (t) adalah akumulasi air yang mengalir masuk melalui keran (*Inflow*) dikurangi air yang mengalir keluar melalui saluran kuras (*Outflow*) (Aschengrau & Seage, 2018). Ada sedikit perbedaan dalam terminologi yang digunakan di berbagai disiplin ilmu untuk membedakan antara konsep *Stock* dan *Flow* tersebut (Serman, 2000). Terminologi dan persamaan matematika yang digunakan dalam pemodelan COVID-19 pada penelitian ini adalah sebagai berikut.



Sumber: Hasil Pelaksanaan (2020)

Gambar 1. Metafora Konsep *Stock* dan *Flow* Pemodelan COVID-19.

Gambar 1 menunjukkan Prevalensi (*Prevalence*) sebagai *Stock* yang mengakumulasi atau mengintegrasikan *Flow (In-Out Flow)* yaitu Kasus Positif (*Incidence*), Kesembuhan (*Recovered*) dan Kematian (*Death*) dengan persamaan integral (P.1). Sementara perubahan netto pada Prevalensi sebagai *Stock* adalah mengurangkan *In Flow* dengan *Out Flow* yang mengikuti persamaan turunan (P.2).

$$\text{Prevalensi (t)} = \int_{t_0}^t \text{Prevalensi (t}_0) + [I(s) - (R + D)(s)] ds \quad (\text{P.1})$$

$$\frac{d(\text{Prevalensi})}{dt} = \text{Perubahan Netto Prevalensi} = I(t) - (R + D)(t) \quad (\text{P.2})$$

Menetapkan/mengatur waktu simulasi dari masing-masing model yang disesuaikan dengan kondisi aktual/sebenarnya. Untuk Model COVID-19 BAU disimulasikan untuk periode 1 Maret – 30 Mei 2020 dengan step time 1 hari. Waktu simulasi ini didasarkan pada keputusan BNPB No.13A/2020 tentang perpanjangan status keadaan darurat bencana wabah penyakit akibat virus corona di Indonesia yaitu dari tanggal 29 Februari – 29 Mei 2020 (BNPB RI, 2020). Sedangkan untuk Model COVID-19 PP, periode waktu simulasi adalah 1 Maret – 31 Juli 2020 dengan *step time* 1 hari. Waktu simulasi ini didasarkan pada rencana adanya kebijakan PSBB diperlonggar dari pemerintah.

Melakukan *uncertainty analysis* dalam proses estimasi untuk menangani semua sumber ketidakpastian dari model, seperti struktur model yang tidak memadai karena penyederhanaan sistem nyata dan input data dari masing-masing variable yang dimodelkan. Untuk itu metode sampling *Simple Monte Carlo* dengan standar random minimal 1000 sampel acak disimulasikan secara bersamaan.

Model dari penelitian ini diformalkan dengan menggunakan software *Analytica Educational Professional 4.5.3*, informasi lebih lanjut tentang software tersebut dapat dilihat pada Lumina Decision Systems (2015). Karena menggunakan metode sampling *Simple Monte Carlo* maka hasil keluaran dari model (*model output*) yang ditampilkan dalam penelitian ini

adalah nilai ketidakpastian yang direpresentasikan dengan nilai minimum (min), rata-rata (mean) dan Maksimum (max) yang diestimasi menggunakan 1000 sampel acak.

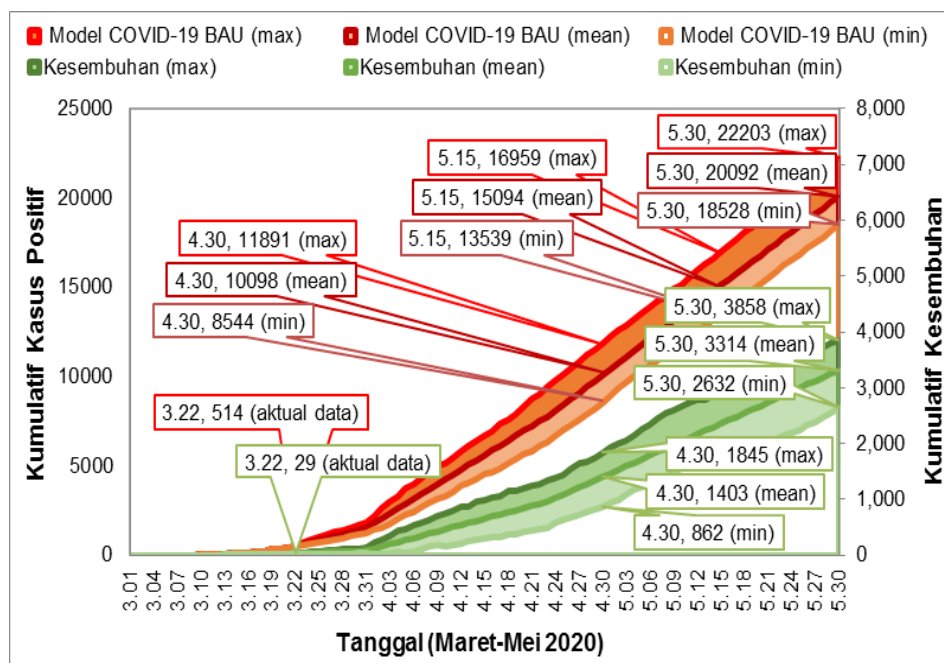
Tahapan pemaparan hasil analisis pemodelan kepada pemerintah dilakukan sebanyak dua kali yaitu pada tanggal 6 April dan 2 Juni 2020. Begitu pun juga untuk tahap diseminasinya kepada masyarakat yaitu melalui seminar secara daring (webinar) pada tanggal 13 Mei 2020 dan Surat Kabar/Media Cetak yang terbit pada 4 Juni 2020.

3. Hasil dan Pembahasan

Kegiatan pengabdian masyarakat ini diawali dengan analisis data dengan pendekatan pemodelan dinamis untuk menyediakan data prediksi COVID-19 yang digunakan sebagai bahan masukan kebijakan dalam strategi penanganan COVID-19 oleh pemerintah. Selanjutnya, dilakukan diseminasi kepada masyarakat melalui webinar dan media cetak.

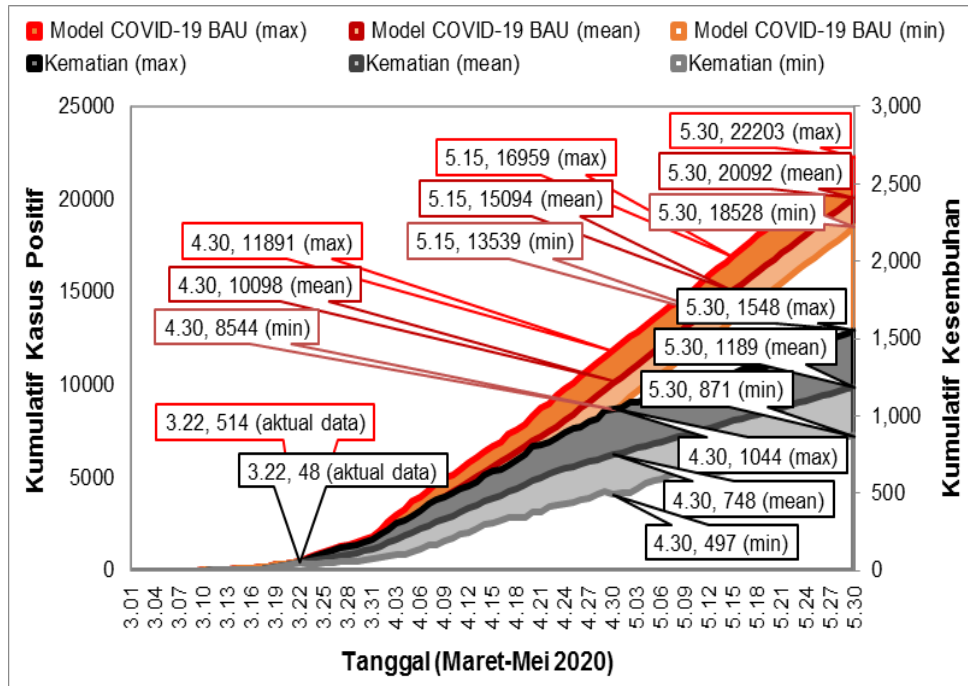
3.1. Pemaparan Hasil Analisis Pemodelan Pertama dan Diseminasi

Hasil keluaran dari model COVID-19 BAU untuk Indonesia dengan periode simulasi 1 Maret – 30 Mei 2020 menunjukkan bahwa tren kasus positif, kesembuhan dan kematian di Indonesia diproyeksikan akan terus meningkat (Gambar 2 dan 3). Kasus positif rata-rata diprediksi akan mencapai 509 per hari di periode bulan April dan Mei 2020. Untuk kesembuhan ada peningkatan rata-rata yang sembuh yaitu 128 per hari di bulan April 2020 menjadi 137 per hari di bulan Mei 2020. Sementara itu, untuk kematian terjadi penurunan rata-rata per harinya yaitu dari 65 di bulan April 2020 menjadi 59 di bulan Mei 2020.



Sumber: Hasil Pelaksanaan (2020)

Gambar 2. Hasil Keluaran Dari Model COVID-19 BAU Untuk Kasus Positif Dan Kesembuhan



Sumber: Hasil Pelaksanaan (2020)

Gambar 3. Hasil Keluaran Dari Model COVID-19 BAU Untuk Kasus Positif Dan Kematian

Gambar 4 menggambarkan kegiatan rapat pemaparan hasil pemodelan kepada pemerintah Via Video Conference (Zoom Meeting), pada Senin, 6 April 2020 Pukul 14.00 dengan agenda: Diskusi Pemodelan (Prediksi) COVID-19 di Indonesia.



Sumber: Hasil Pelaksanaan (2020)

Gambar 3. Rapat Pemaparan Hasil Pemodelan Kepada Pemerintah

Hasil keluaran dari Model COVID-19 BAU ini dipaparkan pada tanggal 6 April 2020 di hadapan pihak Kementerian Koordinator Bidang Pembangunan Manusia dan Kebudayaan

Pendekatan Pemodelan Matematika Dinamis Dalam Analisis Prediksi COVID-19 Sebagai Masukan Kebijakan Pemerintah Indonesia

(PMK), Kementerian Kesehatan, dan Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) (Gambar 4.). Setelah pemaparan Model COVID-19 BAU dan pembahasan langkah yang harus diberlakukan yaitu pembatasan sosial pada pertemuan tanggal 6 April 2020, maka pada tanggal 10 April 2020 PSBB pertama diberlakukan di wilayah DKI Jakarta yang terus diperpanjang sampai 4 Juni 2020. PSBB wilayah DKI Jakarta ini juga diikuti oleh penerapan PSBB di wilayah lainnya.



Sumber: Hasil Pelaksanaan (2020)

Gambar 5. Diseminasi Webinar Via Video Conference

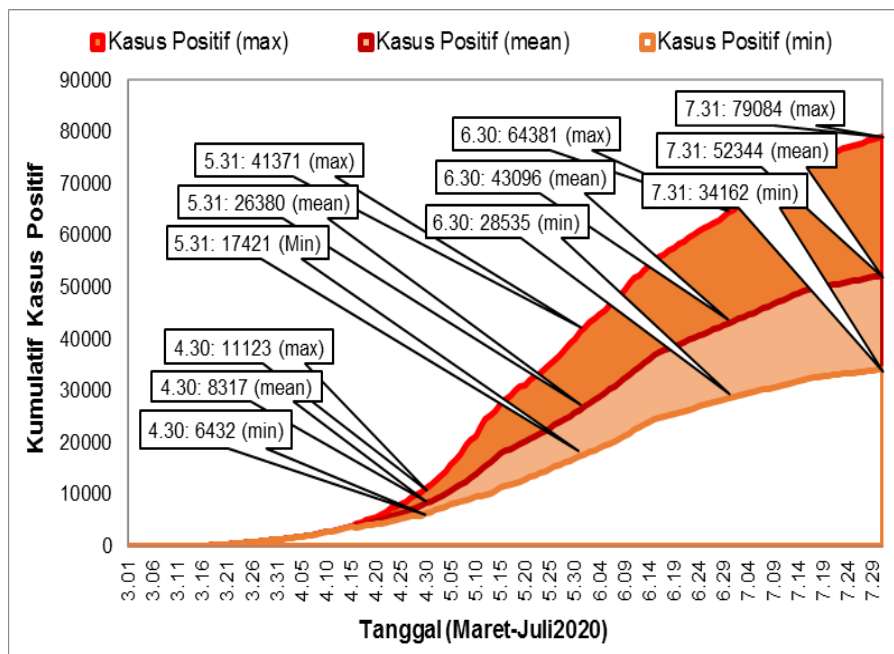
Selain pemaparan kepada pemerintah, hasil keluaran Model COVID-19 BAU ini juga didiseminasikan kepada masyarakat melalui webinar dengan tema: 'Peran Mahasiswa Kesehatan Dalam Penanggulangan COVID-19 Berbasis Masyarakat' yang diselenggarakan oleh Program Profesi Ners (PPN) Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta pada 13 Mei 2020 (Gambar 5.). Pada webinar ini dipaparkan tentang proses pemodelan secara umum, aplikasinya untuk kasus COVID-19 di Indonesia dan hasil keluaran/prediksi dari Model COVID-19 BAU.

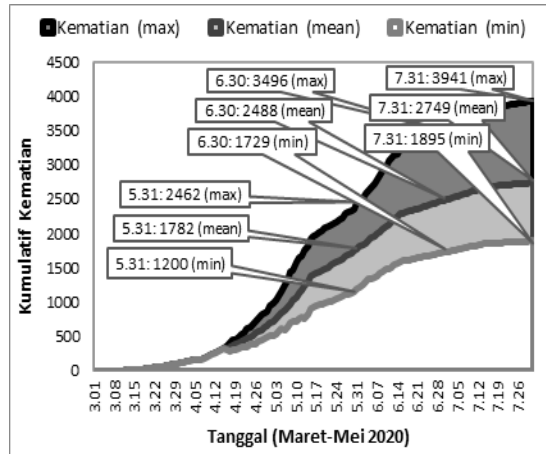
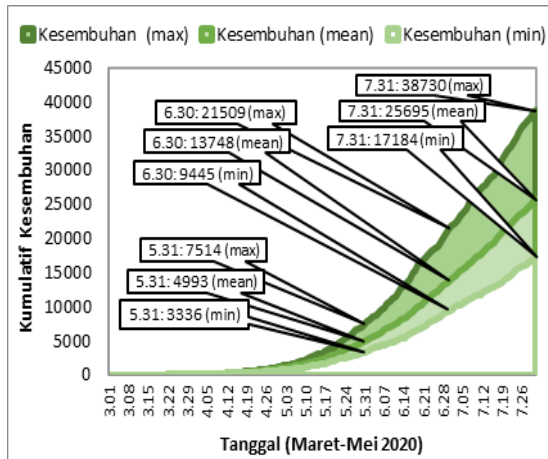
3.1. Pemaparan Hasil Analisis Pemodelan Kedua dan Diseminasi

Selanjutnya Model COVID-19 PP dipaparkan pada tanggal 2 Juni 2020. Berdasarkan hasil keluaran model COVID-19 PP skenario PSBB menunjukkan bahwa jika pelaksanaan PSBB terus diimplementasikan secara konsisten seperti di awal penerapannya maka pada tanggal 31 Juli 2020 angka maksimal dari kumulatif kasus COVID-19 di Indonesia akan mencapai 79.084 kasus positif, 38730 kesembuhan dan 3.941 kematian (lihat Gambar 6). PSBB yang diimplementasikan menurunkan laju kasus positif kira-kira 4,65 kali lipat di bulan April terhadap bulan Maret yaitu dari rata-rata 0,304 di bulan Maret menjadi 0.065 di bulan April.

Selanjutnya, menurunkan laju kasus positif kira-kira 2 kali lipat di bulan Mei terhadap bulan April yaitu dari rata-rata 0.065 di bulan April menjadi 0.032 di bulan Mei. Apabila new normal atau PSBB transisi diberlakukan oleh pemerintah, hasil keluaran model COVID-19 PP skenario PSBB Diperlonggar memperkirakan angka maksimal kasus positif akan mencapai 144.032 dengan mean 94.297, angka maksimal kesembuhan mencapai 51958 dengan mean 34.840 dan angka maksimal kematian akan mencapai 4.036 dengan mean 2.911 pada tanggal 31 Juli 2020 (lihat Gambar 7). Dengan menggunakan angka ketidakpastian maksimum, model COVID-19 PP skenario PSBB Diperlonggar menunjukkan bahwa pada 31 Juli 2020 diprediksi jumlah kasus positif akan meningkat 1,82, kesembuhan meningkat 1,34 dan kematian meningkat 1,02 dibandingkan dengan skenario PSBB (lihat perbandingan angka maksimum di gambar 6 dan 7).

Data dari laman corona.jakarta.go.id (2020) menunjukkan bahwa terjadi penurunan dalam pertambahan jumlah kasus harian saat kebijakan PSBB diimplementasikan, tetapi penambahan kasus harian meningkat drastis saat kebijakan PSBB Diperlonggar diberlakukan. Pada tanggal 4 Juni 2020 terdapat 61 tambahan kasus positif di Jakarta, kontras dengan penambahan kasus positif pada tanggal 31 Juli 2020 yaitu tercatat 432 kasus positif (corona.jakarta.go.id, 2020). Studi lain juga menegaskan hasil pemodelan dalam penelitian ini, yang menunjukkan bahwa kebijakan PSBB berhasil menurunkan rata-rata *positivity rate* (perbandingan antara jumlah kasus dan jumlah tes yang dilakukan) dan penyebaran kasus COVID-19 (Hasan et al., 2020; Saputra & Salma, 2020). Pemegang kebijakan sebaiknya tidak terburu-buru untuk melakukan pelonggaran PSBB mengingat PSBB merupakan sebagai salah satu upaya pencegahan penyebaran COVID-19 (Andriani, 2020).

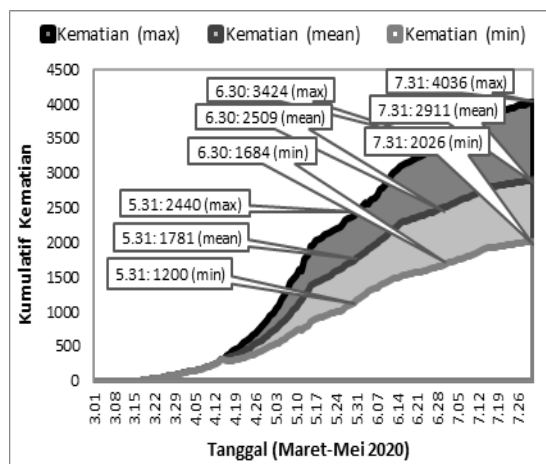
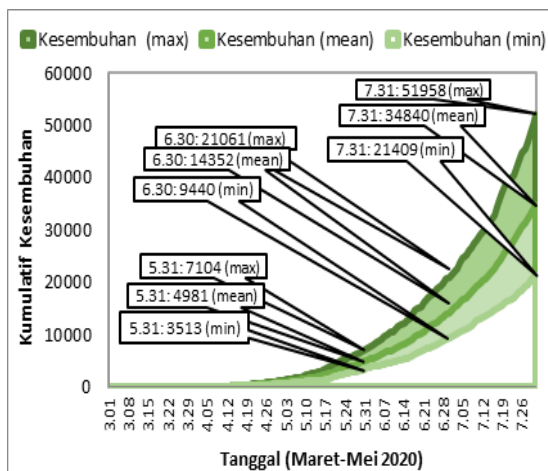
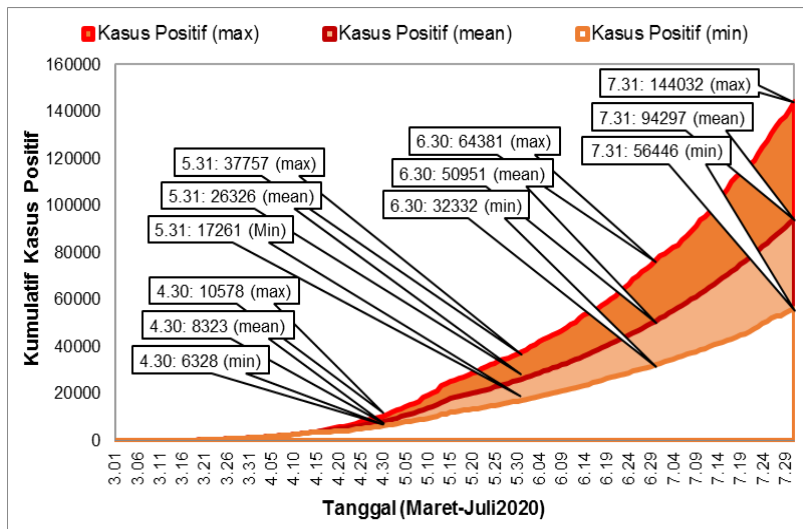




Sumber: Hasil Pelaksanaan (2020)

Gambar 6. Hasil Keluaran Dari Model COVID-19 PP Dengan Skenario PSBB

Gambar 7. Hasil Keluaran Dari Model COVID-19 PP Dengan Skenario PSBB Diperlonggar Untuk Kasus Positif (Atas), Kesembuhan (Kiri Bawah) Dan Kematian (Kanan Bawah)

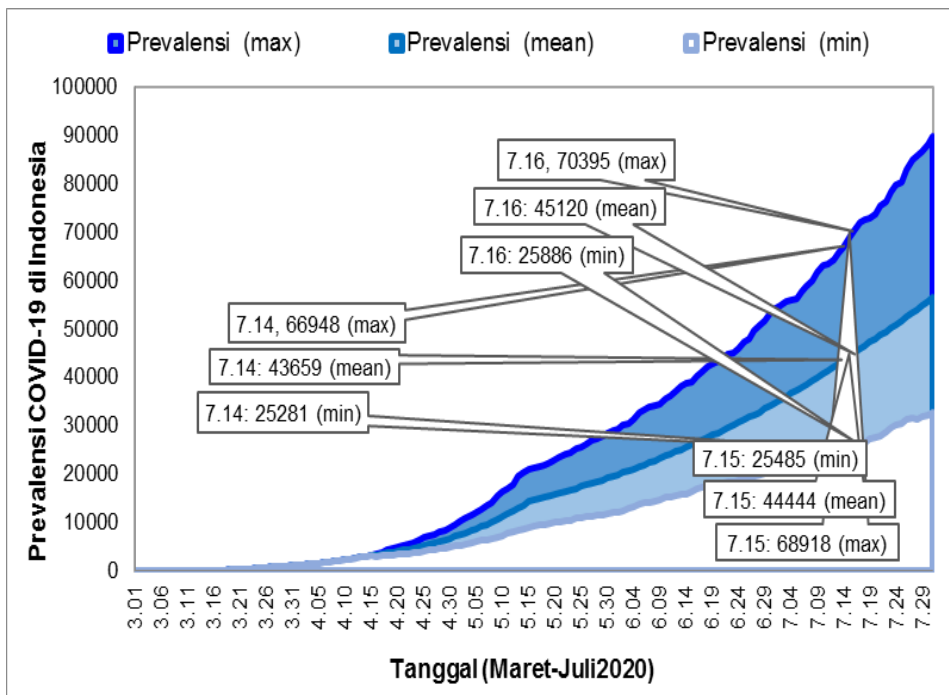
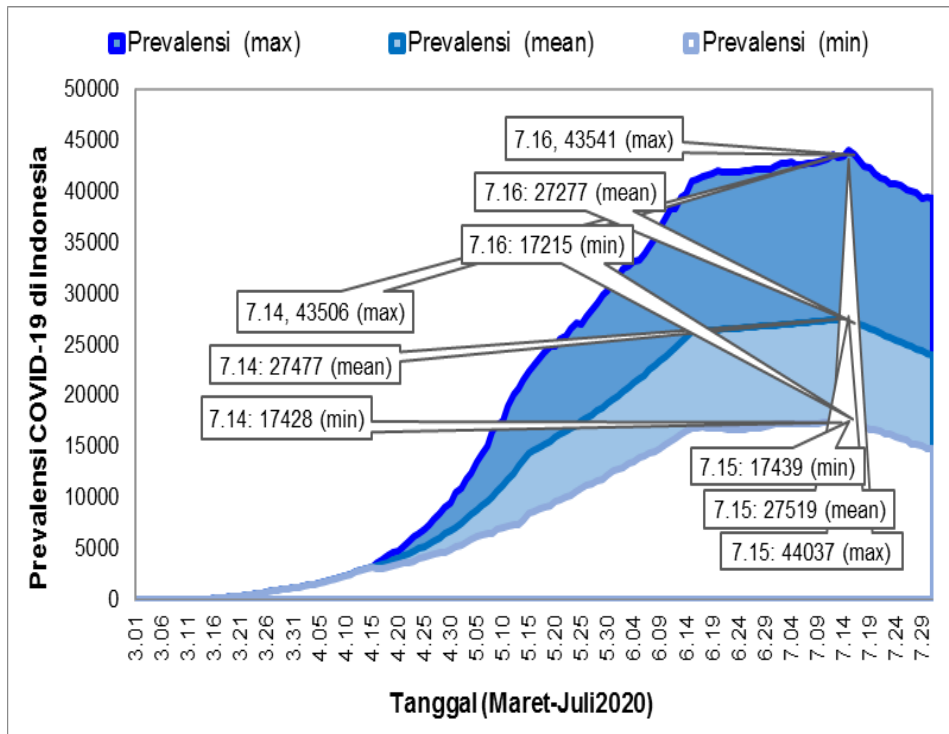


Sumber: Hasil Pelaksanaan (2020)

Gambar 7. Hasil Keluaran Dari Model COVID-19 PP Dengan Skenario PSBB Diperlonggar

Merujuk pada hasil keluaran model COVID-19 PP skenario PSBB, Indonesia diperkirakan mencapai puncak pandemi pada pertengahan bulan Juli jika implementasi kebijakan PSBB yang ketat terus dilanjutkan. Pada Gambar 8 bagian atas menunjukkan bahwa Prevalensi yaitu kasus positif COVID-19 yang aktif berjalan (setelah dikurangi penderita yang sembuh dan meninggal dunia) pada tanggal 14, 15 dan 16 Juli 2020 dengan angka maksimum sejumlah 43.504, 44.037 dan 43.541. Dari tanggal 14 ke 15 Juli 2020 kasus aktif masih naik (dari 43.504 ke 44.037) sedangkan dari tanggal 15 ke 16 Juli 2020 kasus aktif sudah mulai terjadi penurunan (dari 44.037 ke 43.541). Jadi puncak pandemi COVID-19 di Indonesia tepat jatuh pada tanggal 15 Juli 2020, dengan catatan bahwa kebijakan PSBB yang ketat harus terus dilanjutkan. Jika PSBB Diperlonggar diimplementasikan maka puncak pandemi akan bergeser ke waktu lainnya yang belum dapat dipastikan (Gambar 8 bagian bawah). Menurut Direktorat Jenderal Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kementerian Dalam Negeri Republik Indonesia, jumlah penduduk per 30 Juni 2020 adalah 268.583.016 juta jiwa (Kemendagri RI, 2020). Berdasarkan rumus perhitungan, angka prevalensi pada suatu waktu tertentu (*point prevalence rate*) adalah jumlah kasus aktif yang ada saat itu dibagi jumlah penduduk (Aschengrau & Seage, 2018). Dengan menggunakan data model COVID-19 PP, *Point prevalence rate* COVID-19 di Indonesia paling tinggi adalah 0,016% jika kebijakan PSBB diimplementasikan, dengan jumlah kasus positif mencapai 44.037 (max) pada 15 Juli 2020 dan mengalami penurunan setelahnya. Sedangkan kebijakan PSBB Diperlonggar menyebabkan kenaikan *Point prevalence rate* hingga 0,026% dengan jumlah kasus positif bisa mencapai 68.918 (max).

Hasil keluaran model COVID-19 BAU maupun PP yang disajikan dapat menunjukkan bahwa Pemodelan memiliki kekuatan untuk membantu pemegang kebijakan menentukan arah langkah dalam penanganan COVID-19. Pemodelan penting sebagai alat bantu untuk mengamati dan memahami fenomena yang terjadi di sistem nyata/aktual dan menghasilkan keputusan yang baik secara logis dan kuantitatif. Beberapa model matematika sudah dibuat di negara lain dan berhasil memprediksi penyebaran, puncak pandemi, dan penurunan kasus COVID-19. Berdasarkan pemodelan, negara tersebut berhasil merencanakan dan memanfaatkan sumber daya yang ada untuk mencegah penyebaran kasus yang lebih luas (Anirudh, 2020). Selain itu pemodelan juga membantu dalam menentukan kebijakan apa yang harus terus dilakukan atau ditingkatkan. Penerapan PSBB merupakan salah satu upaya untuk menurunkan kemungkinan kontak dengan penderita COVID-19. Oleh karena itu, hasil pemodelan menunjukkan bahwa adanya penerapan PSBB yang ketat dapat menahan laju penularan dengan meminimalkan kontak antar anggota masyarakat. Akan tetapi hal itu juga harus diikuti dengan penerapan 3M (memakai masker, mencuci tangan, dan menjaga jarak). Perilaku 3M dapat membantu menurunkan kemungkinan seseorang terinfeksi. Studi di Amerika Serikat menunjukkan analisis menggunakan pemodelan memungkinkan pemegang kebijakan untuk terus menerapkan kebijakan pencegahan penularan COVID-19 seperti kebijakan memakai masker (Reiner et al., 2020).



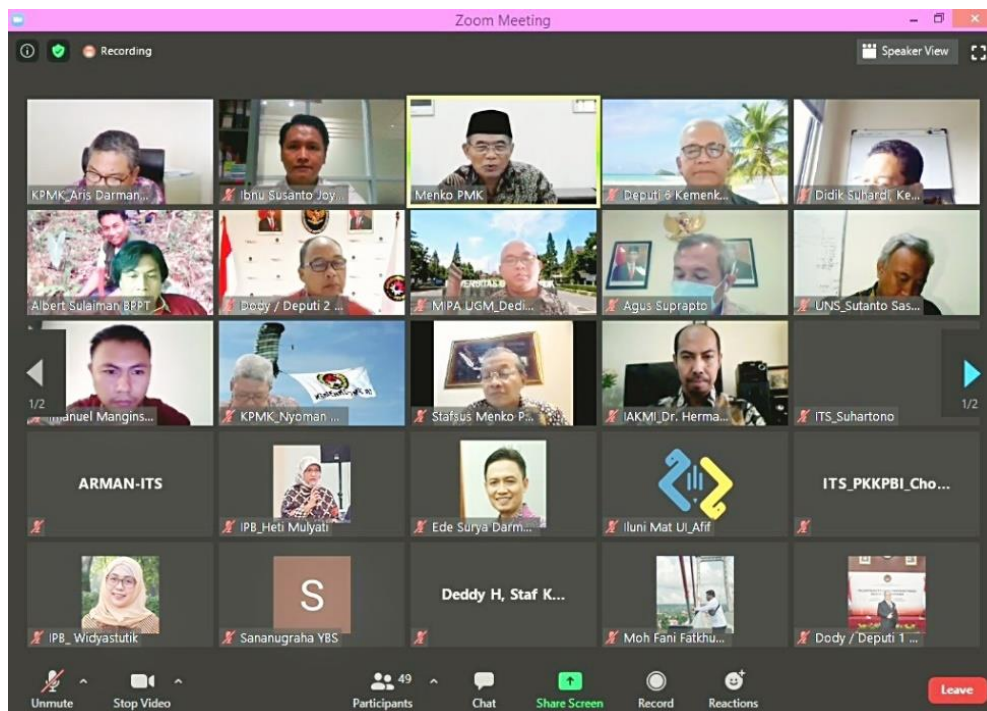
Sumber: Hasil Pelaksanaan (2020)

Gambar 8. Prevalensi Hasil Keluaran Dari Model COVID-19 PP Dengan Skenario PSBB (Atas) Dan Skenario PSBB Diperlonggar (Bawah)

Hasil keluaran dari Model COVID-19 PP dengan scenario PSBB dan PSBB Diperlonggar ini dipaparkan pada tanggal 2 Juni 2020 di hadapan pihak Kementerian Koordinator PMK dan BNPB (Gambar 9). Pada kenyataannya, karena kompleksitas permasalahan COVID-19, PSBB diperlonggar tetap diberlakukan oleh pemerintah yaitu dimulai pada tanggal 5 Juni

2020. Data aktual dari kumulatif kasus positif di Indonesia pada hingga akhir Juli 2020 adalah 108.376 (Satgas Penanganan COVID-19, 2020). Data tersebut masih mengikuti hasil keluaran model COVID-19 PP dengan skenario PSBB Diperlonggar yaitu berada di rentang angka kasus positif 144.032 (*max*) dan 94.297 (*mean*) (lihat Gambar 8). Hal ini menunjukkan bahwa model pada penelitian ini dapat dikatakan cukup akurat dalam memprediksi kasus COVID-19 di Indonesia.

Gambar 9 menunjukkan kegiatan rapat pemaparan hasil pemodelan kepada pemerintah Via Video Conference (Zoom Meeting), pada Selasa, 2 Juni 2020 Pukul 13.30 dengan agenda: Perkembangan Hasil Analisa Pemodelan Covid-19 di Indonesia.



Sumber: Hasil Pelaksanaan (2020)

Gambar 9. Rapat Pemaparan Hasil Pemodelan Kepada Pemerintah

Selain pemaparan kepada pemerintah, hasil keluaran Model COVID-19 PP untuk kedua skenario tersebut juga didiseminasikan kepada masyarakat melalui Surat Kabar/Media Cetak yaitu di Koran Kompas yang terbit pada 4 Juni 2020 dengan judul: 'Wacana Normal Baru Kontraproduktif dengan Penanganan Pandemi Covid-19 (Gambar 10.).



Sumber: Hasil Pelaksanaan (2020)

Gambar 10. Hasil Diseminasi

4. Kesimpulan

Pandemi COVID-19 membutuhkan banyak tantangan untuk mengakhirinya. Penyakit ini masih menjadi permasalahan besar. Salah satu upaya penting untuk menangani masalah COVID-19 ini adalah dengan menyusun strategi penanganan yang tepat dengan melakukan estimasi menggunakan berbagai parameter, salah satunya melalui pendekatan pemodelan matematika dinamis yang telah dilakukan dalam kegiatan pengabdian masyarakat ini. Dengan membandingkan data aktual dari kasus positif di akhir bulan Juli, hasil keluaran model pada penelitian ini dapat dikatakan cukup akurat secara kuantitatif dalam memprediksi situasi COVID-19. Model COVID-19 ini dibangun dan dikembangkan dengan mental model berdasarkan sistem nyata yang diformalkan ke dalam persamaan matematika dengan alat bantu software. Model masih terus dikembangkan, diperbaharui dan digunakan untuk mengakomodasi berbagai intervensi kebijakan pemerintah seperti kebijakan vaksin yang dapat menjadi skenario berikutnya dalam pemodelan.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada Ketua PP Ikatan Ahli Kesehatan Masyarakat Indonesia (IAKMI) Dr. Ede Darmawan, SKM, MDM beserta jajaran pengurusnya (Dr.Hermawan Saputra, SKM., MARS dan Dr. Ajeng Tias Endarti, SKM., M.CommHealth), dan Ketua Pengda IAKMI Jakarta Baequni, SKM, M.Kes, Ph.D atas dukungannya dalam kegiatan ini. Penulis mengucapkan terimakasih kepada Menteri Koordinator Bidang PMK Prof. Dr. Muhajir Effendy, M.A.P. yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk berkontribusi memberi masukan terkait kebijakan

penanganan COVID-19 di Indonesia melalui Keputusan Menteri Koordinator Bidang PMK No.9 Tahun 2020.

Daftar Pustaka

- Andriani, S.Si, Apt, M.Sc, Ph.D, H. (2020). Effectiveness of Large-Scale Social Restrictions (PSBB) toward the New Normal Era during COVID-19 Outbreak: a Mini Policy Review. *Journal of Indonesian Health Policy and Administration*, 5(2), 61–65. <https://doi.org/10.7454/ihpa.v5i2.4001>
- Anirudh, A. (2020). Mathematical modeling and the transmission dynamics in predicting the Covid-19 - What next in combating the pandemic. *Infectious Disease Modelling*, 5, 366–374. <https://doi.org/10.1016/j.idm.2020.06.002>
- Aschengrau, A., & Seage, G. R. (2018). *Essentials of Epidemiology in Public Health, Fourth Edition* (4th Editio). Jones & Bartlett Learning.
- BNPB RI. (2020). *Surat Keputusan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 13 A Tahun 2020* (p. 2).
- corona.jakarta.go.id. (2020). *Data Pemantauan Covid-19 DKI Jakarta*. Pemda DKI Jakarta. <https://corona.jakarta.go.id/id/data-pemantauan>
- Delloite. (2020). *Deloitte Indonesia Business and Industry Updates*. <https://www2.deloitte.com/id/en/pages/life-sciences-and-healthcare/articles/rising-to-covid-19-health-care-challenge-in-indonesia.html>
- Do, T. S., & Lee, Y. S. (2016). Modeling the Spread of Ebola. *Osong Public Health and Research Perspectives*, 7(1), 43–48. <https://doi.org/10.1016/j.phrp.2015.12.012>
- Forrester, J. W. (2009). Some basic concepts in system dynamics. In *Sloan School of Management, ...* (pp. 1–17). Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology.
- Hasan, A., Nasution, Y., Susanto, H., Putri, E., Tjahjono, V., Puspita, D., Sukandar, K., Nuraini, N., & Widyastuti, W. (2020). Modeling COVID-19 Transmissions and Evaluation of Large Scale Social Restriction in Jakarta, Indonesia. *MedRxiv*, 2020.10.30.20222984. <http://medrxiv.org/content/early/2020/11/03/2020.10.30.20222984.abstract>
- Kemendagri RI. (2020). *Wow! Jumlah Pria Masih Lebih Banyak, Kemendagri Rilis Data Penduduk Semester I Tahun 2020*. Kementerian Dalam Negeri. <https://dukcapil.kemendagri.go.id/berita/baca/554/wow-jumlah-pria-masih-lebih-banyak-kemendagri-rilis-data-penduduk-semester-i-tahun-2020>
- Kim, S., Seo, Y. Bin, & Jung, E. (2020). Prediction of COVID-19 transmission dynamics using a mathematical model considering behavior changes in Korea. *Epidemiology and Health*, 42, 1–6. <https://doi.org/10.4178/epih.e2020026>
- Ndairou, F., Area, I., Nieto, J. J., & Torres, D. F. M. (2020). Mathematical modeling of COVID-19 transmission dynamics with a case study of Wuhan. *Chaos, Solitons and Fractals*, 135. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2020.109846>

- Nuraini, N., Khairudin, K., & Apri, M. (2020). Modeling Simulation of COVID-19 in Indonesia based on Early Endemic Data. *Communication in Biomathematical Sciences*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.5614/cbms.2020.3.1.1>
- Reiner, R. C., Barber, R. M., Collins, J. K., Zheng, P., Adolph, C., Albright, J., Antony, C. M., Aravkin, A. Y., Bachmeier, S. D., Bang-Jensen, B., Bannick, M. S., Bloom, S., Carter, A., Castro, E., Causey, K., Chakrabarti, S., Charlson, F. J., Cogen, R. M., Combs, E., ... Murray, C. J. L. (2020). Modeling COVID-19 scenarios for the United States. *Nature Medicine*, 19. <https://doi.org/10.1038/s41591-020-1132-9>
- Rustan, R., & Handayani, L. (2020). the Outbreak'S Modeling of Coronavirus (Covid-19) Using the Modified Seir Model in Indonesia. *Spektra: Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 5(1), 61–68. <https://doi.org/10.21009/spektra.051.07>
- Samudra, R. R., & Setyonaluri, D. (2020). *COVID-19 in Indonesia: Evidence and Policy Response*.
- Saputra, H., & Salma, N. (2020). Dampak PSBB dan PSBB Transisi di DKI Jakarta dalam Pengendalian COVID-19. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 16(3), 282–292. <https://doi.org/10.30597/mkmi.v16i3.11042>
- Satgas Penanganan COVID-19. (2020a). *Infografis COVID-19 (5 April)*. <https://covid19.go.id/p/berita/infografis-covid-19-5-april-2020>
- Satgas Penanganan COVID-19. (2020b). *Infografis COVID-19 (2 Juni)*. Infografis COVID-19 (2 Juni 2020). <https://covid19.go.id/p/berita/infografis-covid-19-2-juni-2020>
- Satgas Penanganan COVID-19. (2020c). *Infografis COVID-19 (30 Mei)*. <https://covid19.go.id/p/berita/infografis-covid-19-30-mei-2020>
- Satgas Penanganan COVID-19. (2020d). *Infografis COVID-19 (31 Juli)*. <https://covid19.go.id/p/berita/infografis-covid-19-31-juli-2020>
- Sterman, J. D. (2000). *Business dynamics, systems thinking and modeling for a complex world*. McGraw-Hill Higher Education.
- Suryahadi, A., Al Izzati, R., & Suryadarma, D. (2020). Estimating the Impact of Covid-19 on Poverty in Indonesia*. *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, 1–34. <https://doi.org/10.1080/00074918.2020.1779390>
- Susilawati, S., Falefi, R., & Purwoko, A. (2020). Impact of COVID-19's Pandemic on the Economy of Indonesia. *Budapest International Research and Critics Institute (BIRCI-Journal): Humanities and Social Sciences*, 3(2), 1147–1156. <https://doi.org/10.33258/birci.v3i2.954>
- Systems, L. D. (2015). *User guide: Analytica 4.6*. Lumina Decision Systems, Inc.
- UNICEF. (2020). COVID-19 and Children in Indonesia. In *COVID-19 and Children in Indonesia* (Issue 11 May). <https://www.unicef.org/press-releases/un-launches-global->
- World Health Organization. (2020a). *Archived: WHO Timeline - COVID-19*. Wold Health Organization. <https://www.who.int/news-room/detail/27-04-2020-who-timeline---covid-19>

World Health Organization. (2020b). *Transmission of SARS-CoV-2: implications for infection prevention precautions. Scientific brief, 09 July 2020.*