

Analisis Penyebaran dan Komparasi Skenario Kebijakan Penanggulangan Covid-19 berbasis Sistem Dinamik

Hamam Riza
Badan Pengkajian dan
Penerapan Teknologi
Gedung B.J Habibie,
Lantai 2 Jl. M.H Thamrin
No 8
Jakarta Pusat, DKI
Jakarta 10340
hammam.riza@bppt.go.id

Arwanto
Pusat Sistem Audit
Teknologi
Badan Pengkajian dan
Penerapan Teknologi
Gedung Pusat Inovasi
dan Bisnis Teknologi,
Lantai 2 Puspiptek,
Tangerang Selatan
15314
arwanto@bppt.go.id

Sri Handoyo Mukti
Pusat Sistem Audit
Teknologi
Badan Pengkajian dan
Penerapan Teknologi
Gedung Pusat Inovasi
dan Bisnis Teknologi,
Lantai 2 Puspiptek,
Tangerang Selatan
15314
sri.handoyo@bppt.go.id

Adi Akhmadi P.
Pusat Sistem Audit
Teknologi
Badan Pengkajian dan
Penerapan Teknologi
Gedung Pusat Inovasi dan
Bisnis Teknologi,
Lantai 2 Puspiptek,
Tangerang Selatan
15314
adi.akhmadi@bppt.go.id

Abstract - The emergence of a new variant of the corona virus, SARS-Cov-2, which causes the Corona Virus Disease (Covid-19) outbreak has really changed the world. First reported in Wuhan City, Hubei Province, China at the end of 2019, this virus has spread throughout the world. Apart from hitting the world economy, the Covid-19 pandemic has also changed the way humans interact. All over the world, people have changed their habits of work, worship, and social activities. This was done to reduce the risk of transmission of the massive new corona virus. But the next question arises: when will conditions improve? when will this Covid-19 outbreak subside? To answer this question, this study seeks to model the spread of the new Corona Virus with a Dynamic Systems approach. In the modeling carried out, there are seven scenarios that describe the policies undertaken to mitigate the spread of Covid-19 which include WFH policies, office vacations, social distancing, implementation of PSBB, to PSBB relaxation. The resulting model is then validated with data from the Covid-19 Handling Acceleration Task Force which is released every day. Of the seven modeled scenarios, the fastest pandemic relief time is predicted to occur on September 25, 2020 as indicated by scenario 0 with a prediction of a total of 530,655 positive cases. The longest pandemic relief time is predicted to occur on July 17, 2021 with a prediction of a total of 269,115 positive cases.

Keywords— COVID-19, System Dynamics, Prediction Modeling

I. PENDAHULUAN

Kemunculan varian baru virus corona, virus SARS-Cov-2 yang menyebabkan wabah Corona Virus Disease (Covid-19) benar-benar mengubah dunia. Pertama kali dideteksi di Kota Wuhan, Provinsi Hubei, China pada akhir 2019, virus ini kini telah menyebar ke seluruh penjuru dunia [1]. Pada 11 Maret 2020, organisasi kesehatan dunia, WHO telah resmi menetapkan Covid-19 sebagai pandemi global. Hal ini senada dengan prediksi beberapa studi yang sejak awal menyatakan bahwa Covid-19 dapat berpotensi menjadi sebuah pandemic global [2]. Hingga Bulan Februari saja, Cina telah melaporkan hingga 80.000 kasus positif Covid-19 [2]. Direktur Jenderal WHO, Tedros Adhanom, telah menyatakan bahwa penyebaran Covid-19 telah mencapai tingkatan yang mengkhawatirkan. Hingga Bulan Juli 2020, data yang ditampilkan oleh John Hopkins University menunjukkan total kasus positif Covid-19 telah mencapai lebih dari 10 juta jiwa di seluruh dunia [3].

Selain menghantam ekonomi dunia, corona juga merubah cara hidup manusia [4]. Di seluruh dunia, orang-orang telah merubah kebiasaan mereka dalam bekerja, beribadah, serta beraktivitas sosial. Hal ini dilakukan untuk mengurangi risiko penularan virus corona baru yang begitu masif. WHO merekomendasikan penerapan physical distancing, yaitu menjaga jarak secara fisik dari orang lain dalam jarak yang aman sekurang-kurangnya dua meter [5]. Berbagai negara di dunia menerapkan *lockdown* baik berskala regional maupun nasional untuk membatasi pergerakan manusia. Di Indonesia, berdasarkan data dari Tim Gugus Tugas Percepatan Penanganan Covid-19 hingga tanggal

3 Juli 2020 tercatat 60.695 kasus positif dengan 3.036 korban jiwa [6]. Untuk menanggulangi hal tersebut, sebenarnya pemerintah Indonesia sudah resmi menetapkan status darurat kesehatan pada 31 Maret 2020 [7]. Beberapa kabupaten, kota, dan provinsi telah menerapkan Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB). Pelaksanaan PSBB meliputi: peliburan sekolah dan tempat kerja, pembatasan kegiatan keagamaan, pembatasan kegiatan di tempat umum, pembatasan kegiatan sosial budaya, pembatasan moda transportasi, dan pembatasan kegiatan lainnya.

Pembatasan mobilitas yang dilakukan oleh pemerintah ternyata berdampak pada sektor ekonomi. Pembatasan mobilitas manusia membuat konsumsi masyarakat cenderung turun karena masyarakat lebih banyak menghabiskan waktu di rumah. Secara keseluruhan, tingkat konsumsi akan cenderung turun karena harga yang terdistorsi akibat mahal biaya transportasi dan logistik barang [8]. Masyarakat juga cenderung lebih berhati-hati dalam membelanjakan pengeluaran dan lebih memilih membelanjakan pengeluaran pada kebutuhan pokok yang dianggap penting. Selain dari sektor konsumsi, sektor produksi juga terdampak pandemi Covid-19. Menurut pedoman PSBB seperti yang tertuang dalam Peraturan Menteri Kesehatan nomor 9 Tahun 2020 Pasal 13, kegiatan di tempat kerja wajib diliburkan, kecuali beberapa sektor yang utamanya berorientasi pada pelayanan masyarakat. Di beberapa daerah yang menerapkan PSBB, industri juga perlu menyesuaikan pola kerja dengan aturan protokol kesehatan yang tentunya dapat berimbas pada produktivitas industri. Menurut [9] pandemi Covid-19 juga menimbulkan beberapa dampak turunan, seperti bertambahnya tingkat kemiskinan dikarenakan berkurangnya tingkat pendapatan dan konsumsi rumah tangga. Hal ini memunculkan pertanyaan: kapan kah kondisi akan membaik? Kapan kah wabah Covid-19 ini akan mereda?

Penelitian ini berusaha untuk menjawab pertanyaan tersebut. Pada penelitian ini, akan dilakukan pemodelan penyebaran Covid-19 di Indonesia dengan pendekatan Sistem Dinamik. Diharapkan hasil penelitian ini dapat membantu melihat efektifitas kebijakan yang sudah diterapkan pemerintah, mensimulasikan berbagai skenario intervensi kebijakan dan perilaku masyarakat, serta mensimulasi pola dinamika turun naiknya kasus penularan Covid19 akibat berbagai perubahan perilaku dan kebijakan penanggulangan Covid19 sehingga dapat diperkirakan waktu berakhirnya pandemi. Sistematika penulisan diawali dengan penelaahan literatur terhadap penelitian terkait sebelumnya, kemudian dilanjutkan dengan membahas metodologi yang digunakan, yang meliputi asumsi dan parameter yang digunakan. Sedangkan pada bagian hasil dan pembahasan akan disampaikan hasil pemodelan yang dilakukan.

II. PENELITIAN TERKAIT

Studi tentang prediksi pandemi dengan pendekatan Sistem Dinamik telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Studi yang dilakukan [10] berusaha untuk melakukan pemodelan penyebaran pandemi Covid-19 di Malaysia dengan pendekatan curve fitting model, SIR model, dan System Dynamics Model. Dari hasil pemodelan yang dilakukan [10] dengan pendekatan Sistem Dinamik, diprediksi puncak dari pandemi Covid-19 di Malaysia akan terjadi pada 17 Mei 2020 dengan estimasi konfirmasi positif sebanyak 22.421 kasus. Pemodelan dimulai dari 1 Februari 2020 dengan jumlah orang yang terinfeksi 8 orang, dengan contact rate 5, dan contact success rate 0.021 [10]. Pemilihan parameter didasarkan pada karakteristik penyebaran Covid-19 yang dipublikasikan WHO.

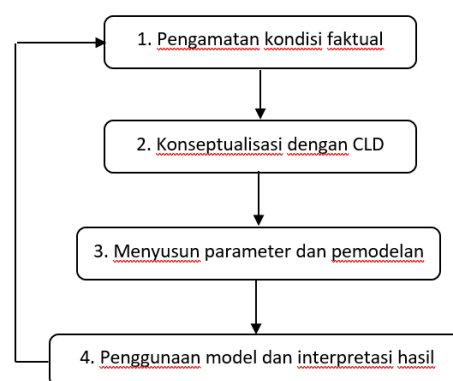
Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [10], studi pemodelan penyebaran pandemi Covid-19 juga dilakukan oleh [11] di Iran. Pemodelan yang dilakukan dimulai dari 18 Februari 2020 dengan prediksi jumlah korban jiwa dapat mencapai 3.000 orang dalam 90 hari [11]. Berbeda dengan penelitian [10] yang hanya memodelkan dinamika penambahan kasus positif, kematian, dan pasien sembuh, penelitian yang dilakukan [11] juga membandingkan hasil pemodelan dengan kemampuan fasilitas kesehatan yang ada di Iran, sehingga hasil penelitian juga merekomendasikan peningkatan kapasitas fasilitas kesehatan untuk mengakomodasi penambahan jumlah kasus positif. Namun demikian, penelitian [11] tidak menyebutkan parameter yang digunakan, seperti jumlah awal orang yang terinfeksi, contact rate, dan contact success rate.

Adapun studi yang dilakukan [12] mencoba untuk memodelkan penyebaran pandemi Covid-19 di India. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan *compartmental model* dimana usia populasi dibagi menjadi beberapa kelompok. Namun penelitian yang dilakukan [12] menunjukkan bahwa setelah *lockdown* selama 49 hari, kasus positif baru tetap bermunculan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan [10] yang menunjukkan bahwa kebijakan pembatasan mobilitas manusia tidaklah cukup

untuk mengatasi pandemi. Pembatasan mobilitas hanyalah salah satu cara untuk mengurangi frekuensi kontak, namun kebijakan ini perlu diiringi dengan *testing* yang masif serta *contact tracing*. *Testing* yang masif dan *contact tracing* diyakini mampu mengidentifikasi orang yang terinfeksi, baik yang bergejala maupun tanpa gejala.

III. METODOLOGI

Langkah-langkah untuk melakukan penelitian, sebagaimana terlihat dalam **Gambar 1**, adalah: (1) Pengamatan kondisi faktual. Pada tahap ini diamati fenomena pandemi Covid-19 di Indonesia. Pada tahap ini juga diidentifikasi batasan masalah serta komponen-komponen yang terlibat di dalam sistem. Tahap selanjutnya adalah (2) Konseptualisasi dengan CLD. Pada tahap ini kondisi faktual digambarkan dengan causal loop diagram untuk lebih memahami faktor yang terlibat di dalam sistem serta keterkaitan dan mekanisme umpan balik antara setiap faktor. Causal Loop Diagram (CLD) merupakan suatu alat untuk menggambarkan hubungan sebab-akibat antara komponen di dalam suatu sistem dan mengilustrasikan bagaimana perubahan dalam suatu komponen dapat mengakibatkan perubahan pada komponen lainnya serta dapat mengakibatkan perubahan pada keseluruhan sistem [13]. Pada tahap (3) dilakukan penyusunan parameter dan pemodelan. Pada tahap ini ditentukan asumsi serta parameter dari pemodelan yang dilakukan. Tahap terakhir adalah (4) penggunaan model dan interpretasi hasil. Tahap ini dirumuskan kebijakan berdasarkan perilaku serta mekanisme umpan balik sistem. Perlu dicatat bahwa kondisi sistem adalah dinamis, sehingga perbaikan perlu dilakukan berdasarkan mekanisme umpan balik yang dilakukan oleh sistem. Langkah-langkah di atas merupakan pengembangan dari tahapan umum desain sistem dinamis, yaitu: analisis, desain, sintesis, melakukan pendekatan terhadap desain sistem, dan mendesain prosedur [14].

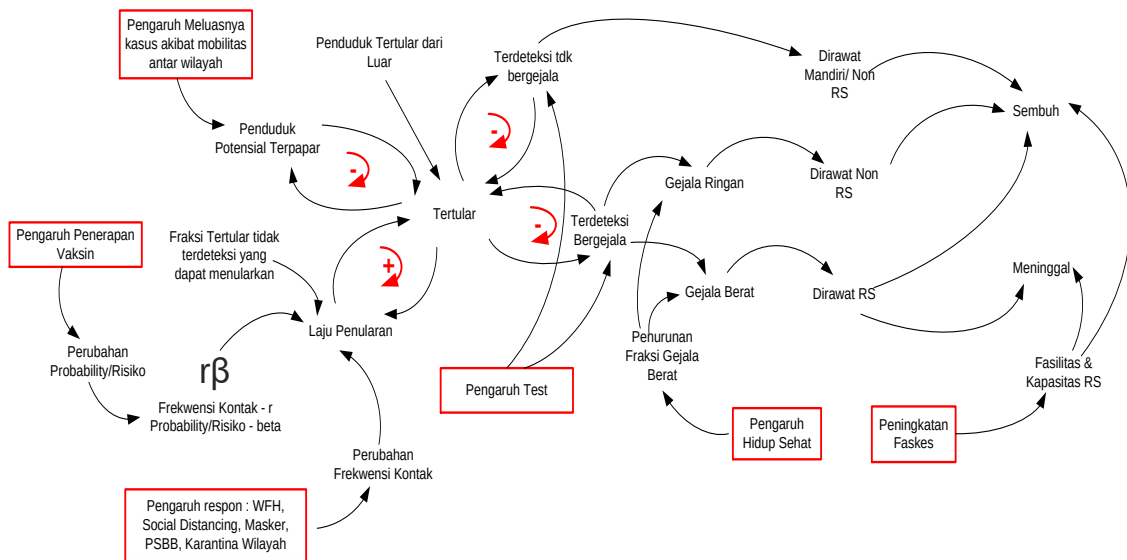


Gambar 1. Metodologi Penelitian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Causal Loop Diagram Model (CLD)

CLD dapat menjadi alat untuk menggambarkan suatu permasalahan yang kompleks dengan menggambarkan keterkaitan setiap faktor-faktor yang mempengaruhi permasalahan tersebut. CLD dapat membantu untuk memahami perilaku suatu sistem serta membantu mengembangkan suatu strategi untuk menghadapi umpan balik yang diberikan oleh sistem. Adapun CLD pada penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Causal Loop Diagram.

Dari CLD di atas dapat dilihat bahwa kasus pertama merupakan kasus dari luar negeri (*imported case*). Adapun penduduk potensial terpapar merupakan persentase dari jumlah penduduk total, dimana jumlah persentasenya dapat meningkat seiring meluasnya kasus (akibat mobilitas masyarakat). Sedangkan, penduduk yang potensi tertular akan menjadi tertular akibat frekuensi kontak/ jumlah kontak per hari (r) dan probabilitas atau risiko tertular (β). Jumlah kontak per hari atau frekuensi kontak dapat tereduksi akibat respon meningkatnya kejadian kasus (WFH, *social distancing*, PSBB, Karantina Wilayah, dan kebijakan lainnya), atau meningkat akibat perilaku masyarakat yang longgar terhadap kaidah-kaidah kesehatan. Probabilitas tertular dapat dikurangi dengan penerapan vaksin jika sudah ditemukan.

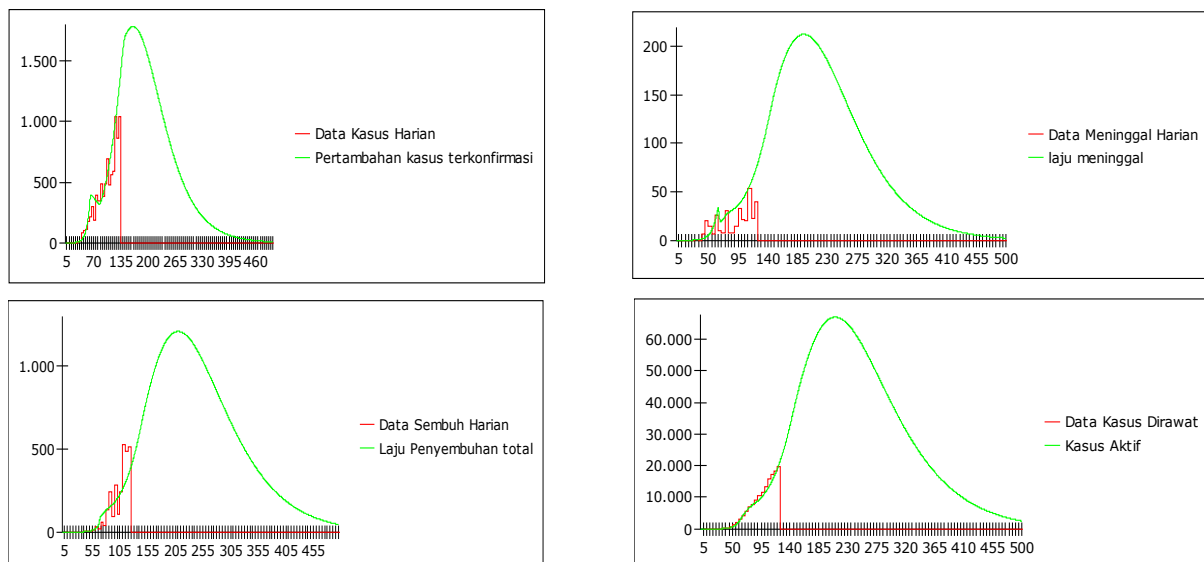
Dari penduduk tertular yang dapat terdeteksi, ada orang yang bergejala dan ada juga orang yang tidak bergejala. Terdeteksinya penduduk tertular tergantung pada kasus yang masuk rumah sakit dan juga akibat pengaruh jumlah test yang diadakan (khususnya untuk yang tidak bergejala). Dari penduduk yang tertular dan tidak terdeteksi sebagian (berdasarkan proporsi) dapat menularkan ke penduduk rentan yang potensial tertular dengan laju penularan $r\beta$. Dari kasus yang terdeteksi, kasus yang bergejala berat dirawat di rumah sakit, sedangkan kasus yang tidak bergejala dirawat secara mandiri. Dari kasus yang tidak bergejala dan bergejala ringan, sebagian besar sembuh dengan tingkat penyembuhan tertentu. Dari kasus yang dirawat di rumah sakit, sebagian meninggal dan sebagian sembuh. Tingkat penyembuhan dan tingkat kematian sangat ditentukan fasilitas dan kapasitas rumah sakit yang ada. Peningkatan fasilitas kesehatan dapat menekan angka kematian dan meningkatkan laju kesembuhan. Adapun asumsi dan kondisi awal pemodelan dapat dilihat pada **Tabel 1**. Melalui CLD yang telah dibuat ini, permasalahan dapat dilihat melalui sudut pandang sirkular (siklus, berulang) dan bukan melalui sudut pandang linear (tradisional) [15]. Dari CLD tersebut, dapat dilihat bahwa pandemi Covid-19 merupakan suatu permasalahan kompleks yang dapat melibatkan berbagai faktor serta mekanisme umpan balik diantara serangkaian faktor tersebut.

Tabel 1. Asumsi dan Kondisi Awal Pemodelan.

Kasus Awal	Maret, 2 orang tertular dari luar
Running model	10 Februari 2020
Proporsi awal yang potensial tertular	0,2 % dari penduduk Indonesia (0,2% x 270 juta = 540 juta)
Tingkat penularan ($r\beta$)	0,5 orang per hari
R_o	$R_o = r\beta \times \text{durasi infeksi}$
Proporsi penduduk tertular untuk menularkan	0,5
Penduduk tertular	20 % terdeteksi bergejala dan 20 % terdeteksi tidak bergejala 50 % berat dan dirawat di RS dan 50 % ringan
Lama deteksi	7 hari (masa inkubasi)
Tingkat penyembuhan awal	1% (meningkat menjadi 2 kali dan 5 kali)
Tingkat kematian awal	5% (menurun menjadi sekitar 0,4 kali dan 0,1 kali)

B. Validasi Model

Untuk mengevaluasi model yang telah dirancang, dilakukan validasi data yang dihasilkan oleh model dengan data riil yang dirilis oleh Tim Gugus Tugas Percepatan Penanggulangan Covid-19. Validasi dilakukan terhadap data kasus terkonfirmasi harian, kasus meninggal, kasus sembuh, kasus aktif (kasus yang masih dirawat), dan kasus berat (dirawat di rumah sakit). Validasi dilakukan untuk menyempurnakan model bilamana diperlukan perubahan parameter kondisi pemodelan. Hasil validasi ditunjukkan pada **Gambar 3**.


Gambar 3. Validasi Model.

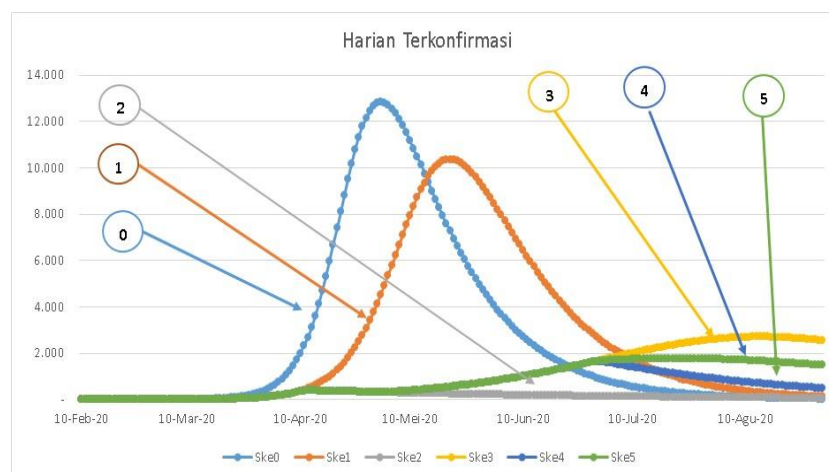
C. Analisis Perubahan Frekuensi Kontak

Terdapat tujuh skenario yang dianalisis untuk mengetahui dampak dari perubahan frekuensi kontak. Tujuh skenario tersebut meliputi berbagai kebijakan yang diterapkan oleh pemerintah sebagai respons untuk menanggulangi penyebaran Pandemi Covid-19 di Indonesia. Berbagai kebijakan tersebut diantaranya: pembatasan ringan (WFH, libur sekolah, dan *social distancing*), Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB), relaksasi PSBB, serta kebijakan *new normal*. Perubahan frekuensi

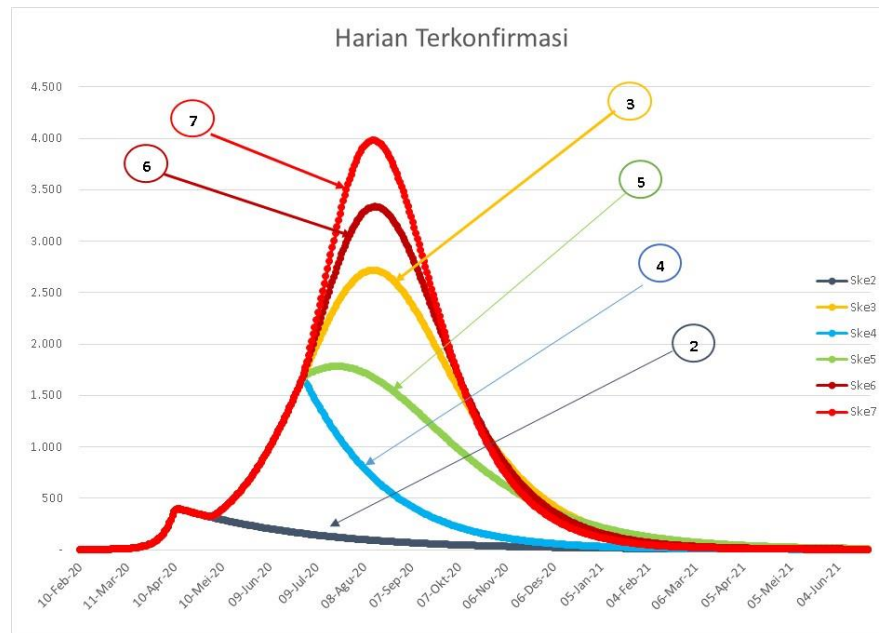
kontak pada masing-masing skenario menghasilkan waktu puncak pandemi, total kasus positif, serta waktu reda pandemi yang berbeda-beda untuk setiap skenario. Adapun perubahan yang dilakukan pada masing-masing skenario dapat dilihat dalam **Tabel 2**.

Tabel 2. Skenario dan Perubahan Parameter Kontak.

Run	Respon terhadap kejadian kasus	Parameter model yang berubah
Ske-0	Basis Model	Tidak ada yang diubah
Ske-1	Kebijakan pembatasan ringan : - WFH, - Libur, <i>Social Distancing</i>	Frekuensi kontak diturunkan 0,8 kali Pada hari ke-20 (1 Maret, gradual 5 hari)
Ske-2	Kebijakan <i>Containment</i> : PSBB	Frekuensi kontak diturunkan 0,25 kali =0,2 kali posisi awal Pada hari ke-60 (10 April, gradual 5 hari)
Ske-3	Terjadi pelanggaran PSBB akibat : - Lebaran (mobilitas internal) - Kegiatan Mudik (mobilitas antar wilayah) - Kejenuhan masyarakat	Frekuensi kontak naik menjadi 2 kali posisi sebelumnya = $2 \times 0,2 = 0,4$ kali posisi awal Pada hari ke 82 (2 Mei, gradual 5 hari)
Sken-4	New Normal Kemungkinan-1	Frekuensi kontak turun menjadi 0,8 x sebelumnya = $0,8 \times 0,4 = 0,32$ Pada hari ke -140 (28 Juni 2020)
Sken-5	New Normal Kemungkinan-2	Frekuensi kontak turun menjadi 0,5 x sebelumnya = $0,5 \times 0,4 = 0,2$ Pada hari ke -140 (28 Juni 2020)
Sken-6	New Normal Kemungkinan-3	Frekuensi kontak turun menjadi 1,1 x sebelumnya = $1,1 \times 0,4 = 0,44$ Pada hari ke -140 (28 Juni 2020)
Sken-7	New Normal Kemungkinan-4	Frekuensi kontak turun menjadi 1,2 x sebelumnya = $1,2 \times 0,4 = 0,48$ Pada hari ke -140 (28 Juni 2020)



Gambar 4. Kurva Kasus Harian Akibat Perubahan Frekwensi Kontak (Skenario 0-5).



Gambar 5. Kurva Kasus Harian Akibat Perubahan Frekwensi Kontak (Skenario 2-7).

Dari **Gambar 4** dan **Gambar 5** dapat dilihat bahwa terjadi penurunan kasus harian pada saat diterapkan penurunan kontak antar masyarakat melalui penerapan kebijakan *social distancing*, WFH, dan libur sekolah yang ditunjukkan oleh kurva Skenario 1. Penerapan kebijakan PSBB juga cukup signifikan dalam menurunkan jumlah kasus harian yang ditunjukkan oleh kurva Skenario 2. Hasil ini sejalan dengan penelitian [10] menunjukkan implementasi kebijakan *Movement Control Order* (MCO) di Malaysia dapat menekan penambahan kasus positif per hari. Namun demikian, terjadi tren kenaikan jumlah kasus harian saat menjelang lebaran akibat melonggarnya PSBB yang ditunjukkan oleh kurva Skenario 3. Hal ini disebabkan masih ada masyarakat yang tidak mematuhi himbauan untuk tidak melakukan mudik. Dari hasil simulasi diatas terlihat bahwa frekuensi kontak akan sangat mempengaruhi perkembangan tren penambahan jumlah kasus positif. Oleh sebab itu, jika pemerintah berencana untuk menerapkan kebijakan *new normal* dan menghentikan PSBB, maka perlu diikuti dengan penerapan *physical distancing*, penggunaan masker, menjaga pola hidup bersih, dan tetap menghindari terjadinya kerumunan.

Adapun waktu reda pandemi tercepat ditunjukkan oleh kurva Skenario 0. Pada skenario 0 dimana tidak dilakukan intervensi kebijakan terhadap pandemi yang terjadi, waktu reda nya pandemi diprediksi terjadi pada 25 September 2020. Namun demikian, kurva Skenario 0 menunjukkan puncak kurva yang cukup tinggi, dengan prediksi puncak penambahan kasus positif sebanyak 12.710 kasus per hari. Waktu reda pandemi paling lama ditunjukkan oleh kurva Skenario 5 dengan waktu reda pandemi pada 17 Juli 2021. Prediksi puncak penambahan kasus positif pada skenario 5 adalah sebanyak 1.779 kasus per hari. Waktu reda pandemi dari setiap skenario dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Waktu Reda dan Waktu Puncak Setiap Skenario.

Skenario	0	1	2	3	4	5	6	7
Waktu Puncak	04-Mei-20	21-Mei-20	12-Apr-20	14-Agu-20	01-Jul-20	21-Jul-20	15-Agu-20	14-Agu-20
Puncak (kasus per hari)	12.710	10.371	395	2.714	1.638	1.779	3.332	3.978
Waktu Reda (penambahan kurang dari 10 kasus per hari)	25-Sep-20	24-Okt-20	31-Jan-21	07-Mei-21	23-Feb-21	17-Jul-21	14-Apr-21	25-Mar-21
Total Kasus	530.655	517.087	35.679	357.981	143.115	269.115	391.329	418.145

Hasil perkiraan diatas berlaku dengan asumsi vaksin Covid-19 belum ditemukan hingga akhir tahun 2021 dan dapat berubah jika dilakukan kembali pembatasan sosial secara drastis. Dari hasil diatas, dapat dilihat meredanya pandemi Covid-19 masih cukup lama sehingga harus mulai dilakukan kegiatan ekonomi untuk mencegah permasalahan ekonomi yang semakin larut. Untuk menggerakkan kegiatan ekonomi tetapi tetap mengendalikan frekuensi kontak, maka penting untuk tetap

mempertahankan protokol Covid-19 selama beraktivitas dan menghindari kontak sebisa mungkin pada aktivitas-aktivitas yang dapat dilakukan secara daring.

D. Dampak Pelonggaran atau Pengetatan Pembatasan Sosial

Untuk mengetahui dampak pelonggaran atau pengetatan pembatasan sosial terhadap tren kasus positif harian, maka simulasi dilakukan untuk dua kondisi perubahan frekuensi kontak, yaitu: skenario adanya pengetatan kondisi kontak di masyarakat dan skenario adanya pelonggaran kondisi kontak di masyarakat. Simulasi skenario pengetatan pembatasan sosial dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Skenario Pengetatan Pembatasan Sosial.

Pengetatan	Sudah Terjadi			Saat ini	Prediksi			
Thd kondisi saat ini				1	0,1	0,4	0,6	0,8
Thd kondisi awal	1	0,8	0,25	0,4	0,04	0,16	0,24	0,32
Skenario	0	1	2	3	4	5	6	7
Waktu Puncak	04-Mei-20	21-Mei-20	12-Apr-20	14-Agu-20	30-Jun-20	30-Jun-20	01-Jul-20	21-Jul-20
Puncak	12.710	10.371	395	2.714	1.616	1.629	1.648	1.779
Waktu Reda <10	25-Sep-20	24-Okt-20	31-Jan-21	07-Mei-21	13-Okt-20	03-Jan-21	14-Apr-21	17-Jun-21
Total Kasus	530.655	517.087	35.679	357.981	94.914	122.964	174.597	269.115

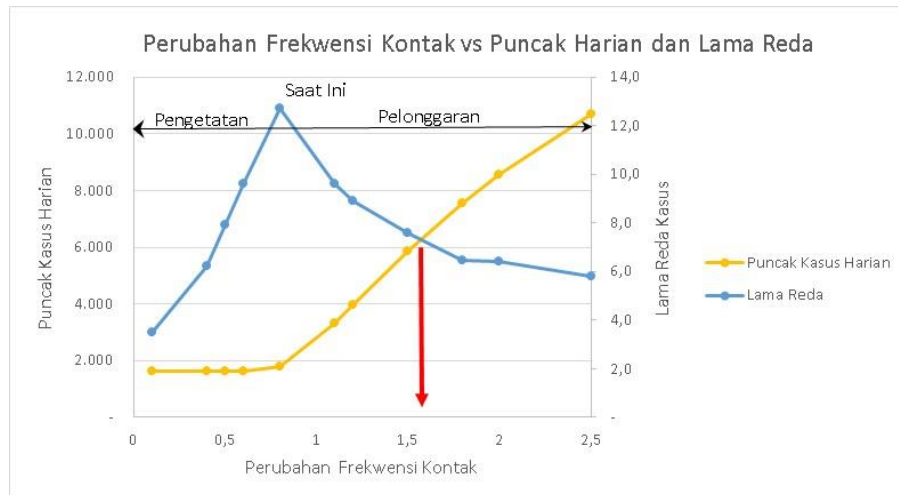
Pada **Tabel 4** intervensi pengetatan dilakukan pada hari ke-140 (akhir Juni). Adapun Skenario 1 dan Skenario 2 merupakan kebijakan WFH, libur, dan *social distancing* yang telah dijalankan. Skenario 3 merupakan skenario yang sesuai dengan kondisi saat ini. Skenario 4, Skenario 5, Skenario 6, dan Skenario 7 merupakan skenario dimana dilakukan pengetatan kebijakan pembatasan sosial dengan kuantitas berturut-turut 0,1, 0,4, 0,6, dan 0,8 kali lipat dari Skenario 3. Dari hasil simulasi dapat dilihat bahwa untuk pengetatan 0,1 kali kondisi saat ini, kasus reda 13 Oktober 2020. Adapun untuk pengetatan 0,4, 0,6, dan 0,8 kali kondisi saat ini, kasus reda secara berturut-turut 3 Januari 2021, 14 April 2021, dan 17 Juni 2021. Hal ini berarti pengetatan pembatasan sosial menyebabkan kurva semakin landai, yang berarti puncak penambahan kasus positif per harinya dapat ditekan seminimal mungkin, namun waktu berakhirnya pandemi menjadi semakin panjang.

Hasil simulasi terkait pelonggaran pembatasan sosial dapat dilihat pada **Tabel 5**. Pelonggaran pembatasan sosial dapat dilakukan dengan mengatur jadwal kerja dan jadwal pembukaan aktivitas ekonomi. Skenario 1 dan Skenario 2 merupakan kebijakan WFH, libur, dan *social distancing* yang telah dijalankan. Skenario 3 merupakan skenario yang sesuai dengan kondisi saat ini. Skenario 8, Skenario 9, Skenario 10, Skenario 11, Skenario 12, dan Skenario 13 merupakan skenario dimana dilakukan pelonggaran kebijakan pembatasan sosial dengan kuantitas berturut-turut 1,1, 1,2, 1,5, 1,8, 2 dan 2,5 kali lipat dari Skenario 3. Dari hasil simulasi dapat dilihat bahwa untuk pelonggaran 1,1 kali lipat dari Skenario 3 maka pandemi diprediksi akan mereda pada 14 April 2021. Sedangkan, untuk pelonggaran 2,5 kali lipat dari Skenario 3 maka pandemi diprediksi akan mereda pada 21 Desember 2020. Hal ini menunjukkan hasil yang berbanding terbalik dengan hasil simulasi pada pengetatan pembatasan sosial. Pada pelonggaran pembatasan sosial, semakin tinggi tingkat pelonggaran yang dilakukan, maka kurva yang dihasilkan akan semakin curam. Ini berarti pandemi akan selesai semakin cepat namun dengan konsekuensi penambahan kasus positif per hari yang sangat tinggi.

Tabel 5. Skenario Pelonggaran Pembatasan Sosial.

Pengetatan	Sudah Terjadi			Saat ini	Prediksi					
Thd kondisi saat ini				1	1,1	1,2	1,5	1,8	2	2,5
Thd kondisi awal	1	0,8	0,25	0,4	0,44	0,48	0,60	0,72	0,80	1
Skenario	0	1	2	3	8	9	10	11	12	13
Waktu Puncak	04-Mei-20	21-Mei-20	12-Apr-20	14-Agu-20	15-Agu-20	14-Agu-20	09-Agu-20	04-Agu-20	01-Agu-20	26-Jul-20
Puncak	12.710	10.371	395	2.714	3.332	3.978	5.877	7.572	8.575	10.684
Waktu Reda <10	25-Sep-20	24-Okt-20	31-Jan-21	07-Mei-21	14-Apr-21	25-Mar-21	13-Feb-21	10-Jan-21	08-Jan-21	21-Dec-20
Total Kasus	530.655	517.087	35.679	357.981	391.329	418.145	471.054	499.541	511.202	527.209

Hasil perbandingan pelonggaran atau pengetatan pembatasan sosial dengan tren penambahan jumlah kasus positif per hari dapat dilihat pada **Gambar 6**. Dari **Gambar 6** dapat terlihat bahwa titik potong berada pada pelonggaran 1,5 kali kondisi saat ini atau 60% dari kondisi normal (kondisi normal = 2,5 kali saat ini) dimana kasus reda diperkirakan 8 bulan sejak akhir Juni. Untuk mendapatkan lama reda yang lebih rendah dari 8 bulan, disebelah kiri titik 1,5 kali harus melakukan pengetatan, sedangkan disebelah kanan titik 1,5 kali akan meningkatkan kasus harian dan kasus yang membutuhkan perawatan rumah sakit.



Gambar 6. Perubahan Frekuensi Kontak vs Puncak Kasus Harian dan Lama Reda Kasus.

V. KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang dilakukan terlihat bahwa perubahan terhadap frekuensi kontak dan dapat berpengaruh pada waktu selesainya pandemi serta jumlah kasus positif per hari. Kebijakan *social distancing*, WFH, libur sekolah, dan PSBB dapat menekan tren kasus positif harian. Pada skenario 0 dimana tidak dilakukan intervensi kebijakan terhadap pandemi yang terjadi, waktu reda nya pandemi diprediksi terjadi pada 25 September 2020. Waktu reda pandemi paling lama ditunjukkan oleh kurva Skenario 5 dengan waktu reda pandemi pada 17 Juli 2021.

Pada kasus pelonggaran pembatasan sosial, nilai optimum dilakukan pelonggaran adalah 1,5 kali kondisi saat ini atau 60% dari kondisi normal, dengan perkiraan waktu reda kasus 8 bulan sejak akhir juni 2020, namun dampaknya dapat mengakibatkan puncak kasus harian naik mencapai hingga 6000-an kasus positif per. Jika kondisi ini ingin dicapai maka aktivitas ekonomi sudah dapat digerakkan kembali namun masih dibatasi pada kisaran 60 %. Namun demikian semua tergantung pada perilaku masyarakat, jika dapat dilakukan protokol Covid-19 secara disiplin, maka pelonggaran yang dilakukan tidak berdampak pada kenaikan kasus harian. Kondisi diatas juga diasumsikan bahwa jumlah tes tidak naik secara drastis, jika jumlah tes dinaikkan secara drastis maka jumlah kasus yang terdeteksi akan naik namun disisi lain jumlah orang yang akan menularkan ke masyarakat menurun, sehingga kasus bisa lebih cepat selesai dan puncaknya lebih rendah. Kondisi diatas juga diasumsikan vaksin belum ditemukan dan diterapkan di masyarakat serta belum ada obat untuk menyembuhkan kasus secara langsung hingga akhir 2021. Namun demikian, penelitian ini masih memiliki sejumlah kekurangan. Penelitian ini didasarkan pada pemodelan parameter-parameter dan variabel non-kesehatan. Oleh karena itu, penyempurnaan struktur model masih diperlukan jika ada fenomena yang belum digambarkan dari CLD yang telah disusun. Selain itu, pemodelan secara spesifik untuk daerah-daerah tertentu dapat menghasilkan kurva yang berbeda sesuai dengan keadaan di masing-masing daerah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh Tim Pemodelan Penyebaran Covid-19 Pusat Sistem Audit Teknologi, Deputi Pengkajian Kebijakan Teknologi BPPT yang telah memberikan sumbangsih terhadap karya ilmiah ini.

REFERENSI

- [1] Lipsitch, M., Swerdlow, D. L., & Finelli, L. (2020). Defining the Epidemiology of Covid-19 - Studies Needed. *The New England journal of medicine*, 382(13), 1194–1196. <https://doi.org/10.1056/NEJMp2002125>
- [2] MacIntyre, C.R. (2020). Global spread of COVID-19 and pandemic potential. *Global Biosecurity*, 1(3), p.None. DOI: <http://doi.org/10.31646/gbio.55>
- [3] Johns Hopkins University & Medicine, “Covid-19 Dashboard by the Center for System Science and Engineering (CSEE),” 3 July 2020. [Online]. Available: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>
- [4] Angela H.F. (2020). How COVID-19 is changing the world : a statistical perspective. *Comm Coord Stat* 1—90
- [5] Bueno D.C. (2020). Physical distancing: A rapid global analysis of public health strategies to minimize COVID-19 outbreaks. *IMRaD J* 3:31–53. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.30429.15840/1>
- [6] Tim Gugus Tugas Percepatan Penanganan Covid-19, “Peta Sebaran,” 3 July 2020. [Online]. Available: <https://covid19.go.id/peta-sebaran>
- [7] Keppres (2020) Keputusan Presiden (Keppres) Nomor 11 Tahun 2020 tentang Penetapan Kedaruratan Kesehatan Masyarakat Covid-19. Keputusan Pres 1–2
- [8] Damuri Y.R., Hirawan F.B. (2020). Mengukur Dampak COVID-19 pada Pertumbuhan Ekonomi dan Perdagangan Indonesia 2020. CSIS Comment DMRU-015
- [9] Sumner A., Hoy C., Ortiz-juarez E. (2020). Wider Working Paper 2020 / 43 Estimates of the impact of Covid-19 on global poverty. *WIDER Work Pap* 2020/43 43:1–14
- [10] Naomi S, Weng H C, Shuhaimi M, Nor Erne N B, Safiya A, Ahmad Athif M F, Anazida Z, Sharin H H, Eric Khoo J H, Shaekh M S. Covid-19 Epidemic in Malaysia: Impact of Lockdown on Infection Dynamics. *medRxiv preprint* doi: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.04.08.20057463v1>
- [11] Joudzani, Javid; Shirouyehzad, Hadi. (2020). Fight Against Covid-19 : What Can Be Done in the Case of Iran?. *Journal of Applied Research on Industrial Engineering*, Vol. 7, No. 1, 1-12.
- [12] Venkateswaran J, Damani O. (2020). Effectiveness of Testing, Tracing, Social Distancing and Hygiene in Tackling Covid-19 in India: A System Dynamics Model. 1–33
- [13] Declan T B, Mariam A M, Frank K, Leandro M T G. A System Approach to Preventing and Responding to Covid-19. *Lancet* 2020;2589:370-21.
- [14] Katsuhiko Ogata. (2004). *System Dynamics: Fourth Edition*. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- [15] Hördur V. Haraldsson. (2004). *Introduction to System Thinking and Causal Loop Diagram*. Lund: Department of Chemical Engineering, Lund University, Sweden.