

Data dan Simulasi COVID-19 dipandang dari Pendekatan Model Matematika

Nuning Nuraini^{1,2}, Kamal Khairudin S², Mochamad Apri²

¹*Pusat Pemodelan Matematika dan Simulasi - ITB*

²*KK Matematika Industri dan Keuangan - FMIPA - ITB*

COVID-19, haruskah kita menerapkan jarak sosial (social distancing) pada kehidupan kita sementara ini?

Maraknya penyebaran penyakit yang diakibatkan oleh virus COVID-19 yang telah ditetapkan sebagai pandemi oleh WHO pada tanggal 12 Maret 2020 [1], melahirkan begitu banyak kecemasan dan spekulasi dari berbagai pihak. Walaupun SOP pandemi segera ditindaklanjuti oleh pemerintah, namun berbagai macam isu dan sebaran berita dengan beragam kemungkinan semakin mencemaskan masyarakat. Arus transportasi laut dan udara dibatalkan, beberapa universitas mengganti sistem perkuliahan dengan kuliah daring, bahkan Gubernur DKI merilis peraturan untuk menutup sekolah selama 2 minggu (KompasTV, 14 Maret 2020). Apakah semua ini benar-benar diperlukan untuk coronavirus? Apakah pejabat kesehatan masyarakat bereaksi berlebihan terhadap ancaman yang ditimbulkan oleh virus yang menyebabkan penyakit COVID-19?

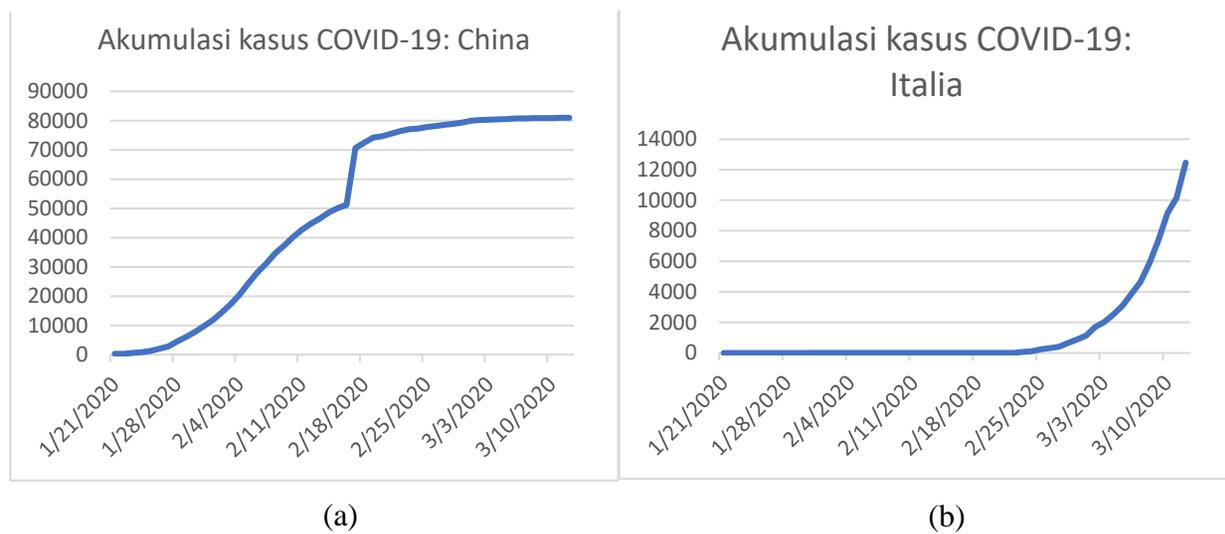
Menurut sejarawan medis Howard Markel, M.D., Ph.D., seorang pakar Universitas Michigan yang telah mempelajari efek dari tanggapan yang serupa terhadap epidemi masa lalu, hal ini benar-benar sangat diperlukan. "*An outbreak anywhere can go everywhere. We all need to pitch in to try to prevent cases both within ourselves and in our communities.*" [2]. Hal ini dapat diartikan bahwa tindakan pencegahan sesuai dengan SOP pandemi harus dijalankan tanpa perlu menunggu kasus berada pada jumlah tertentu. Karena bisa jadi hal tersebut terlambat untuk dilakukan.

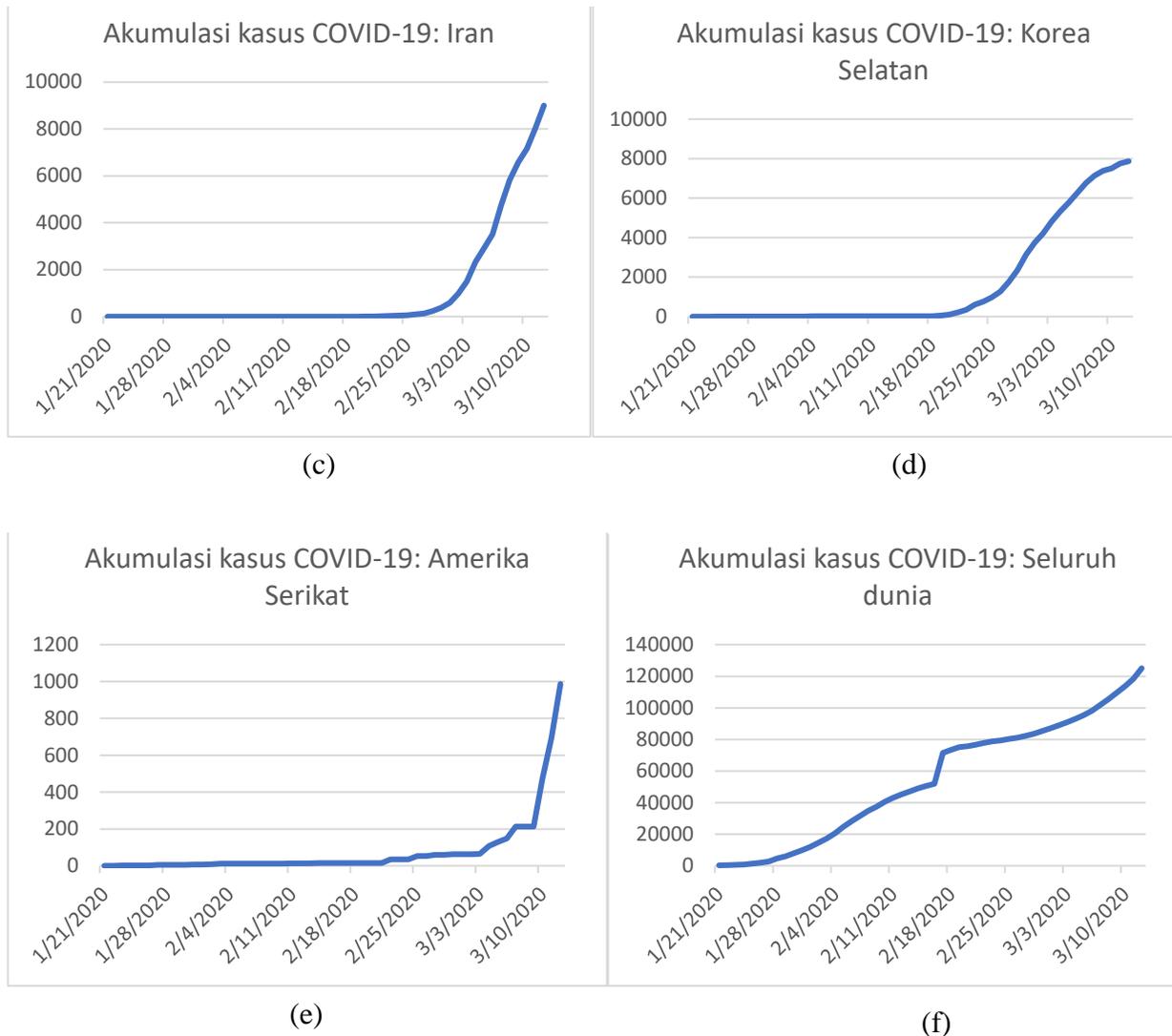
Ada artikel yang cukup menarik yang ditulis oleh Thomas Pueyo pada medium.com [3], membahas masalah apa yang perlu dilakukan ketika kita menghadapi COVID-19. Artikel ini menyajikan data dan analisa dari berbagai sumber terkait hal ini serta tindakan apa yang wajib kita lakukan.

Dalam artikel yang dirilis pada laman the scientist.com, 12 Maret 2020 [6], jurnalis David Adam menyebutkan bahwa para ilmuwan berjuang untuk memprediksi bagaimana perilaku penyebaran COVID-19 ini, "Maaf, tidak melakukan wawancara apa pun saat ini sehingga kami dapat sepenuhnya fokus pada respons lokal dan regional kami," tulis seorang ahli epidemiologi terkemuka AS dalam email ketika dihubungi oleh The Scientist. Sebagian besar pekerjaan yang telah dilakukan oleh para pakar yang bekerja di bidang pemodelan baru-baru ini atau di bagian pertama epidemi belum benar-benar muncul dengan model dan prediksi yang akurat, yang diharapkan oleh banyak orang," kata John Edmunds, yang bekerja

di Pusat Pemodelan Matematika Penyakit Menular di London School of Hygiene & Tropical Medicine. "Sebagian besar pekerjaan di pusat pemodelan penyakit menular ini benar-benar telah terfokus di sekitar karakterisasi epidemiologi, mencoba memperkirakan parameter kunci. Menurut saya hal-hal tersebut tidak benar-benar digolongkan sebagai hasil pemodelan tetapi cenderung menjadi hasil awal para ahli pemodelan tersebut". Sebagai seorang pembelajar yang telah bergelut lama dengan model matematika epidemiologi, kami memberanikan diri untuk menuliskan fakta yang didapat dari sumber-sumber yang diasumsikan "baik", data serta perhitungan sederhana untuk memberikan analisa terkait laju kenaikan kasus penyakit ini dari sisi dinamika data dan estimasi parameter yang dihasilkan dengan membandingkan laju kenaikan data insiden di beberapa negara. Dalam hal ini beberapa negara dipilih sebagai acuan untuk menentukan parameter model. Data negara yang digunakan adalah China, Korea Selatan, Italia, Iran, dan USA. Negara-negara tersebut dipilih karena infeksi yang terjadi cukup massif. Selain itu akan dibandingkan juga dengan akumulasi kasus di seluruh dunia.

Beberapa situs daring menyediakan pembaharuan data tentang jumlah penderita penyakit ini di berbagai negara secara langsung, contohnya [4,7,8,9]. Data yang digunakan dalam analisa ini diperoleh dari laman data dan statistika Universitas Oxford [10], dengan grafik sebagai berikut.





Gambar 1. Jumlah penderita kasus di: (a) China, (b) Italia, (c) Iran, (d) Korea Selatan, (e) Amerika Serikat, dan (f) seluruh dunia tanggal 21 Januari 2020 hingga 13 Maret 2020

Data harian mengenai jumlah orang yang terinfeksi nCOVID-19 yang didapat, dijadikan data untuk membangun model yang dapat merepresentasikan dinamika penderita nCOVID-19. Model yang digunakan adalah pengembangan dari model logistik, *Richard's Curve* yang diperkenalkan oleh F.J.Richards. *Richard's Curve*. Mengapa model ini dipilih? Berdasarkan kajian pemodelan yang dilakukan oleh Kelompok Pemodelan Tahun 2009, dibawah bimbingan Prof. Dr. Kuntjoro A. Sidarto, model ini memiliki hasil yang cukup baik untuk menentukan awal, puncak dan akhir endemic penyakit SARS di Hongkong pada tahun 2003. Dengan alasan tersebut kami memilih Kurva Richard seperti pada persamaan berikut:

$$\frac{dy}{dt} = \frac{r}{\alpha} y \left(1 - \left(\frac{y}{K} \right)^\alpha \right)$$

dengan, r : laju awal pertumbuhan (orang/hari), K : asumsi batas atas penderita atau dikenal sebagai *carrying capacity*, α : efek asimtotik [11]. Parameter yang dibutuhkan diestimasi dengan *Least Square Method* sehingga menghasilkan kurva yang merepresentasikan dinamika penderita dengan galat yang minimal.

Solusi umum dari persamaan diatas adalah

$$y(t) = \frac{K}{(1 + \alpha \exp(-r(t - t_m)))^{1/\alpha}}$$

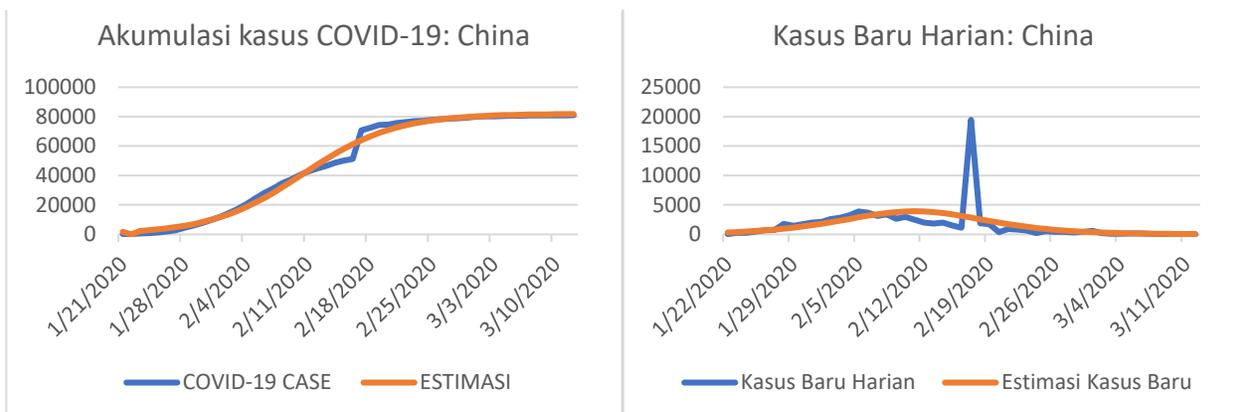
terdapat empat parameter yang akan diestimasi dengan metode diatas, yakni K , r , α dan t_m .

Dengan menerapkan metode diatas, diperoleh parameter untuk membangun pendekatan model setiap negara yang ditinjau. Berikut hasil estimasi parameter dan visualisasi model yang telah dibangun:

	Parameter K	Parameter r	Parameter α	Parameter t_m	RSME
China	82000	0.2	1.017	20.41	2940.85
Italia	52015	0.1	-0.013	55.18	156.51
Iran	12860	0.2	0.182	46.49	67.48
Korea Selatan	8495	0.2	0.410	40.12	51.77
Amerika Selatan	60292	0.1	0.166	69.19	33.73
Seluruh Dunia	165926	0.03	-0.671	18.44	5075.23

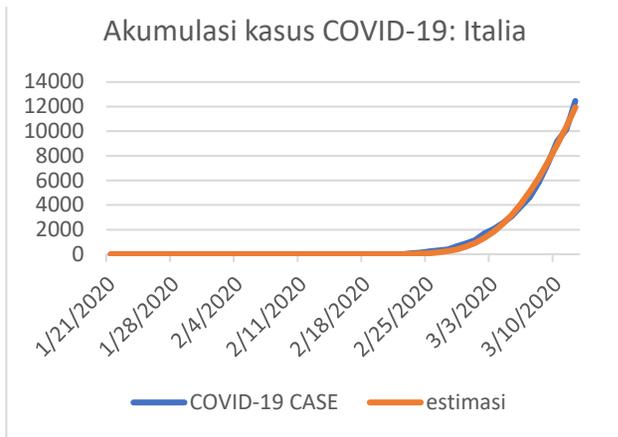
Tabel 1. Nilai parameter model Richards Curve untuk data kasus COVID-19 di 5 negara (data dibulatkan ke nilai decimal terdekat)

Visualisasi model dengan parameter diatas adalah sebagai berikut:

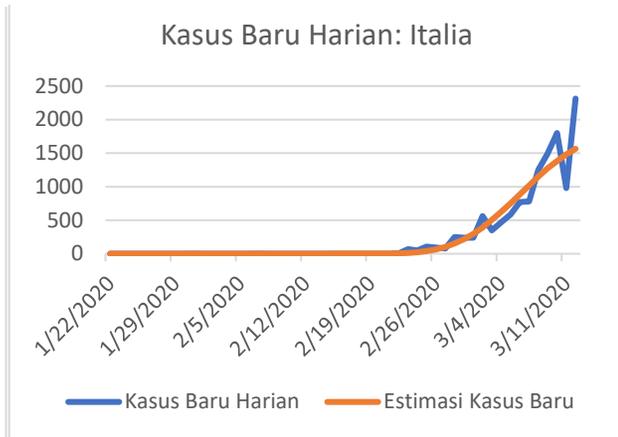


(a)

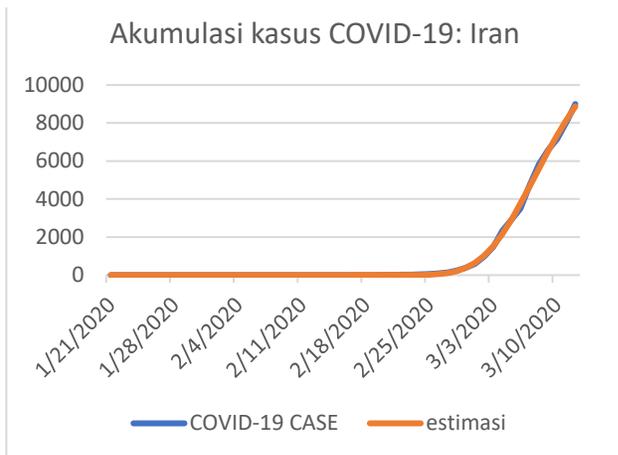
(b)



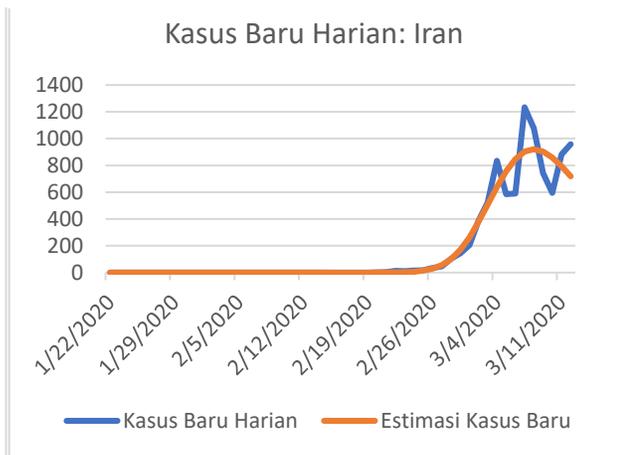
(c)



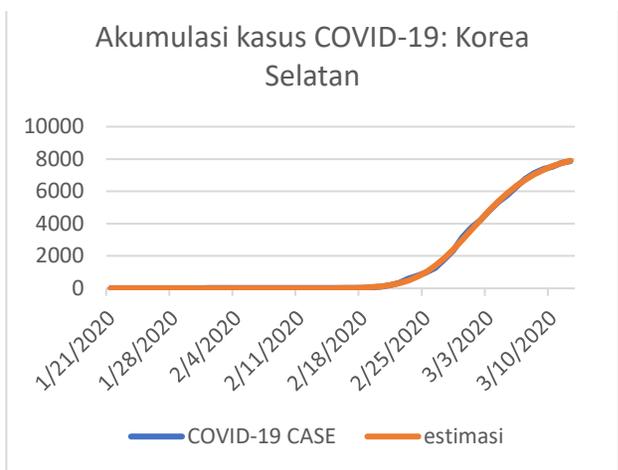
(d)



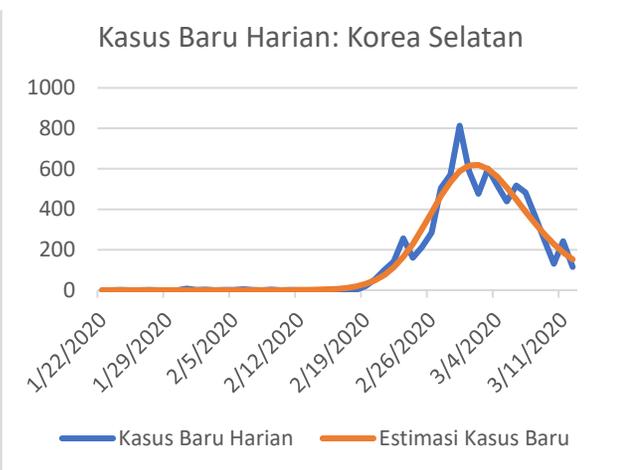
(e)



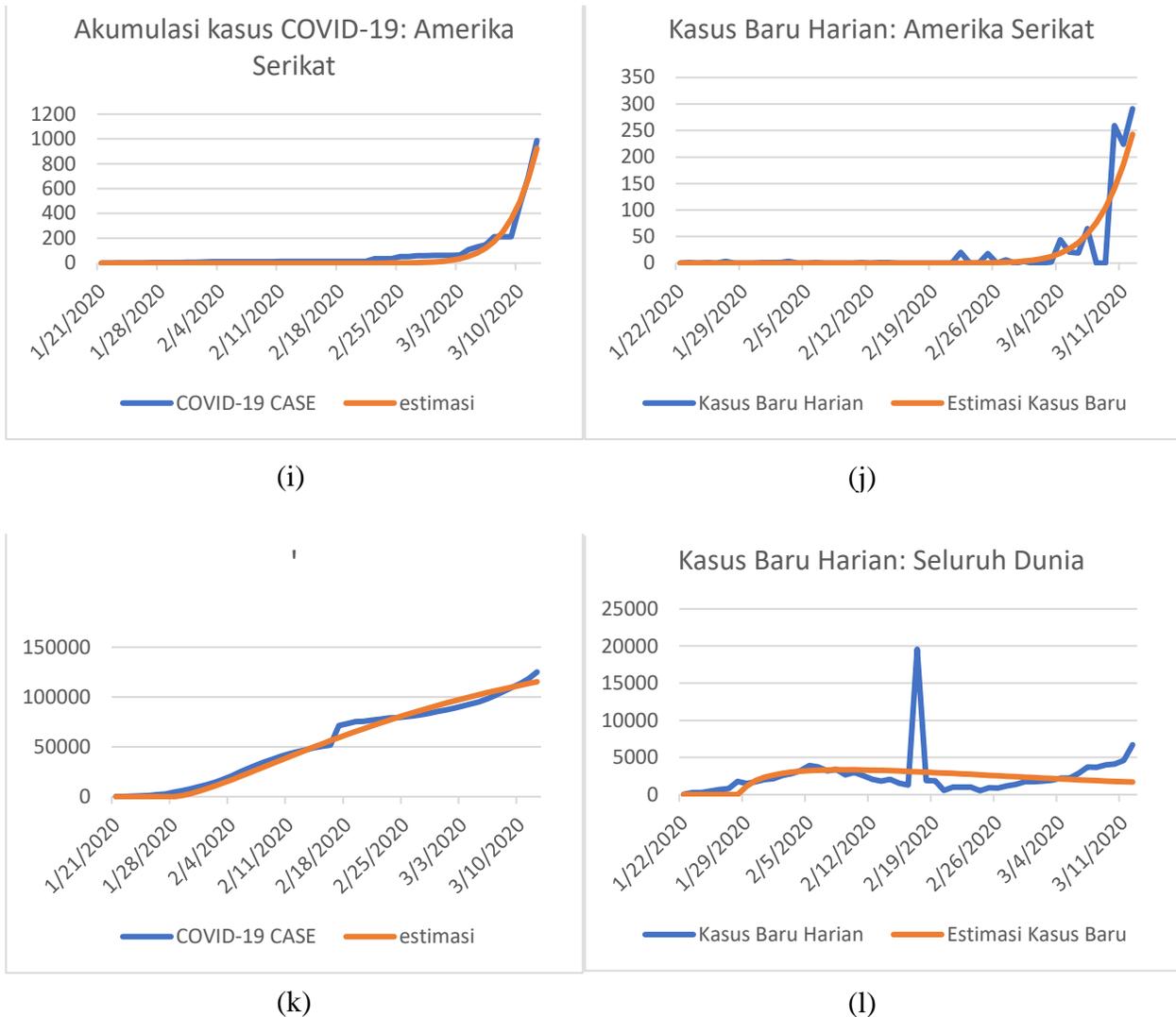
(f)



(g)



(h)

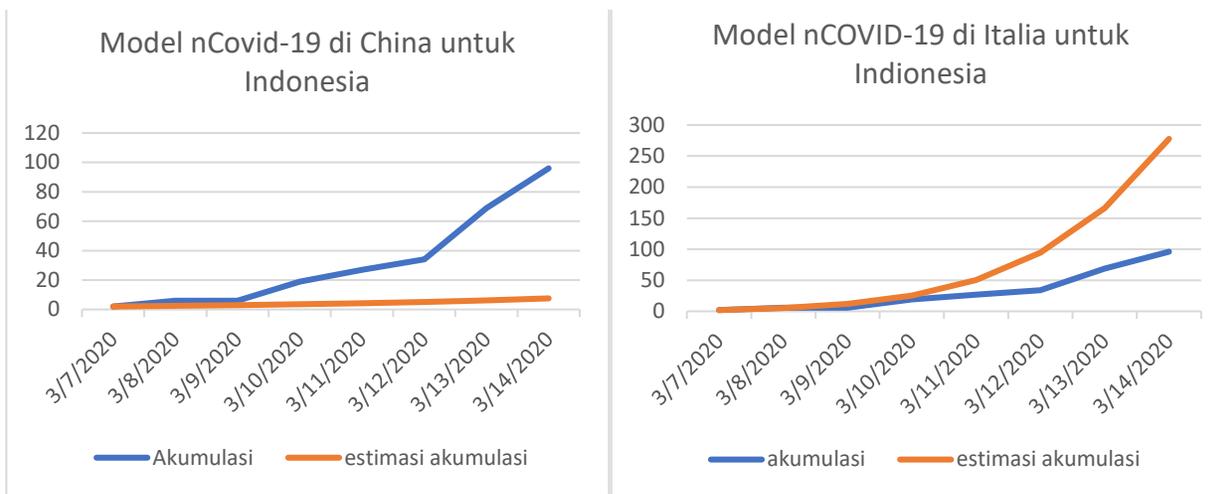


Gambar 2. Komparasi data penderita nCOVid-19 asli dengan estimasi penderita. Gambar (a),(c),(e),(g),(i),(k) merupakan jumlah kasus, sedangkan gambar (b),(d),(f),(h),(j),(l) adalah jumlah kasus baru harian.

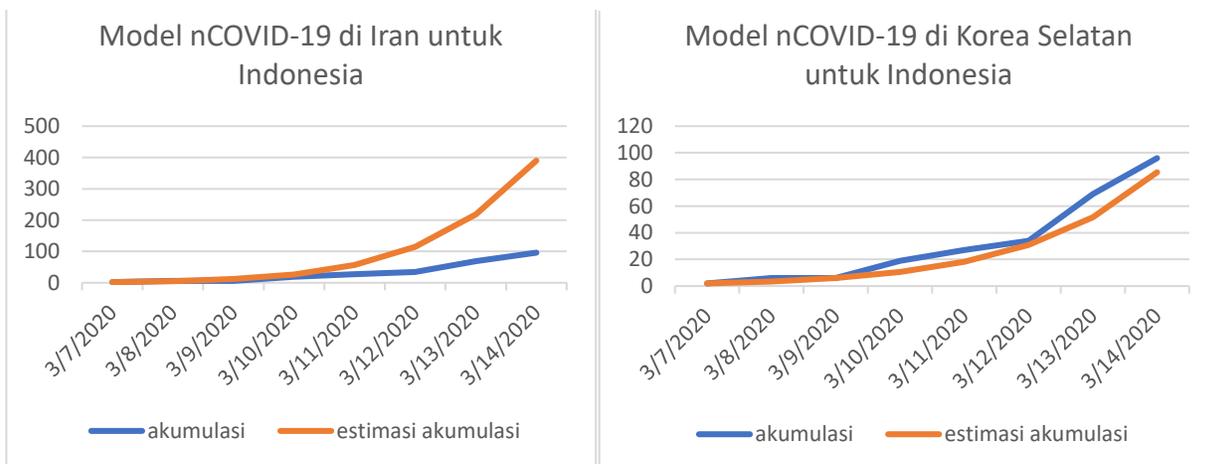
Secara umum, *Richard's Curve* dan *Least Square Method* memberikan model yang cukup merepresentasikan dinamika penderita nCOVID-19 pada setiap negara yang ditinjau. Sebagai contoh, jumlah penderita di China relatif tidak bertambah pada angka sekitar 80.000 penderita. Hal tersebut juga bisa dilihat dari jumlah kasus baru yang telah mengalami penurunan yang signifikan sejak 5 Februari 2020 menurut data asli dan 11 Februari menurut estimasi. Perilaku serupa juga terjadi di Korea Selatan dan Iran. Hal tersebut ditunjukkan dari jumlah kasus baru yang telah mengalami penurunan yang signifikan.

Dilain pihak, jumlah kasus baru masih terus bertambah hingga 13 Maret 2020 di Italia dan Amerika Serikat. Hal itu tentu berdampak pada skala global yang juga menunjukkan peningkatan jumlah kasus baru hingga tanggal 13 Maret 2020.

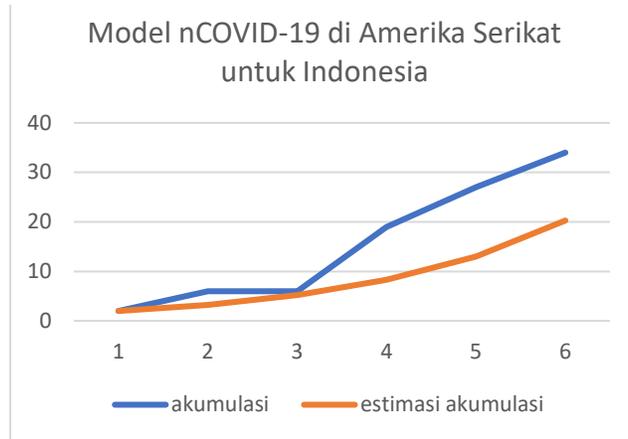
Setelah dibangun model untuk 5 negara diatas, parameter yang diperoleh pada Tabel 1 digunakan untuk mensimulasi ekspektasi jumlah kasus nCOVID-19 di Indonesia melalui pendekatan Kurva Richard. Berdasarkan data yang digunakan [10], Indonesia mulai menyatakan kasus oleh nCOVID-19 pada tanggal 2 Februari 2020 dengan jumlah penderita sebanyak 2 orang. Jumlah ini tidak bertambah hingga tanggal 7 Maret 2020. Sehingga, dilakukan simulasi dengan nilai awal 2 orang penderita dan waktu awal simulasi pada tanggal 7 Maret 2020. Berikut hasil simulasi untuk 5 model yang berbeda dengan komparasinya dengan data penderita di Indonesia hingga 14 Maret 2020.



Gambar 3. Simulasi model China dan Italia dengan inisial data Indonesia. Memberikan RMSE berturut-turut sebesar 40.88326 dan 76.45013.



Gambar 4. Simulasi model Iran dan Korea Selatan dengan inisial data Indonesia. Memberikan RMSE berturut-turut sebesar 120.5668 dan 8.5051



Gambar 5. Simulasi model Amerika Serikat dengan inisial data Indonesia. Memberikan RMSE sebesar 23.16379

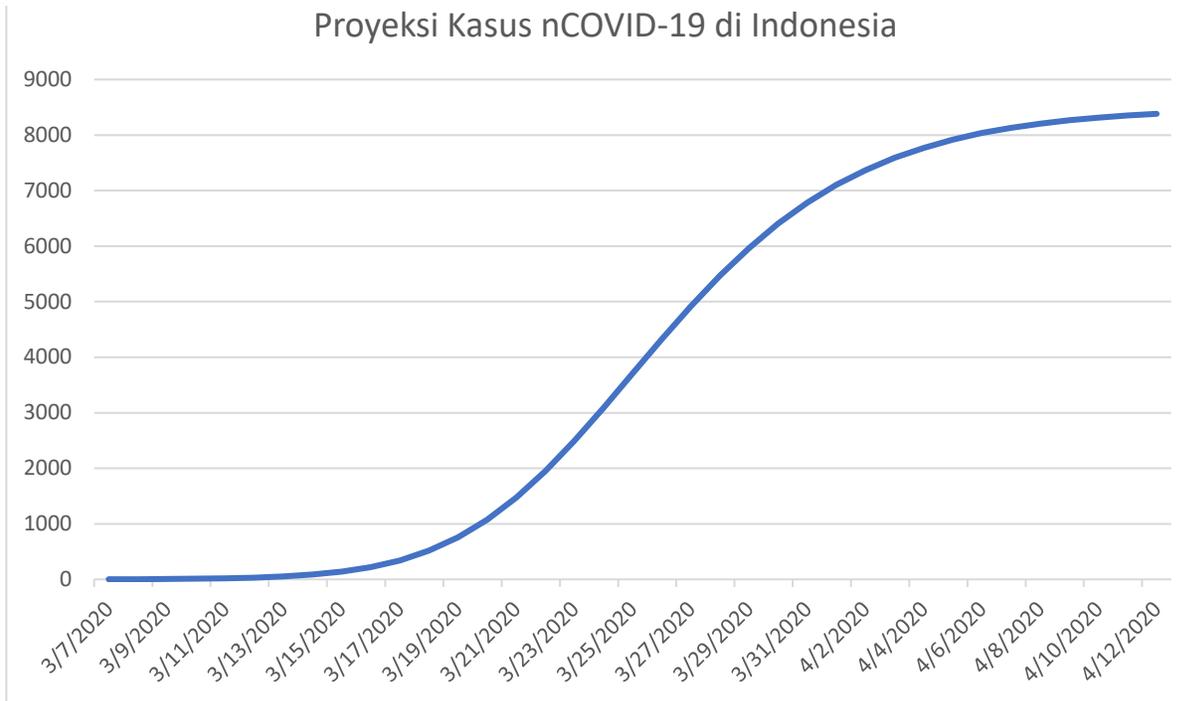
Dari hasil simulasi diatas, diperoleh bahwa nilai RMSE untuk model di Korea Selatan adalah yang minimal relatif dengan model yang lain. Sebelum menggunakannya untuk proyeksi jumlah kasus nCOVID-19 di Indonesia, lebih jauh dilakukan analisis beberapa profil dari model penderita di Korea Selatan.

	Mulai Epidemi	Puncak	Akhir Epidemi	Nilai prediksi di 13 Maret 2020
Data	18 Februari 2020	28 Februari 2020	-	110 kasus
Estimasi	15 Februari 2020	1 Maret 2020	-	122 kasus

Tabel 2. Komparasi profil epidemi COVID-19 di Korea Selatan

Dari tabel.2 diatas, profil epidemi di Korea Selatan secara umum tergambar oleh model yang dibangun. Sehingga, akan digunakan model di Korea Selatan untuk melakukan proyeksi jumlah kasus di Indonesia. Dengan bekal ini dibuat perhitungan “kasar” dan sederhana proyeksi kasus di Indonesia dengan menggunakan parameter tersebut. Hasilnya disajikan pada Gambar 6.

Gambar 6 memberikan proyeksi jumlah kasus yang secara konsisten meningkat hingga mencapai angka kasus lebih dari 8.000 kasus. Selain itu, jumlah kasus baru harian juga akan meningkat hingga akhir Bulan Maret, dengan angka maksimum jumlah kasus baru diperkirakan mencapai 600 kasus. Jumlah ini tentu jauh dibawah jumlah kasus baru di China yang bisa mencapai angka 20.000 kasus baru perhari.



Gambar 6. Proyeksi jumlah kasus nCOVID-19 di Indonesia.



Gambar 7. Proyeksi jumlah kasus baru nCOVID-19 di Indonesia.

Dari hasil simulasi diatas, profil epidemi nCOVID-19 di Indonesia berdasarkan Kurva Richards sebagai berikut:

- Mulai epidemi : awal Maret 2020
- Puncak epidemi : akhir Maret 2020
- Akhir epidemi : pertengahan April 2020
- Jumlah kasus maksimal : > 8000 kasus di Indonesia
- Kasus baru terbesar : \pm 600 kasus

Yang perlu digaris bawahi dari hasil ini adalah, profil hasil diatas diperoleh dengan menggunakan parameter model hasil estimasi dari Korea Selatan. Padahal negara ini dipandang telah cukup berhasil menjalankan SOP pencegahan pandemi penyebaran NCOVID-19. Bisa dibayangkan bila langkah pencegahan ini tidak dilakukan secara serius, maka kasus bisa berlipat dalam puluhan, ratusan, ribuan bahkan jutaan penderita. Tentu saja pendekatan model ini masih sederhana, belum sempurna, tetapi pada dasarnya semua model yang ada menunjuk ke pesan yang sama: **Kami tidak tahu jumlah kasus yang sebenarnya, tetapi yang jelas kasus yang terjadi jauh lebih tinggi daripada yang dilaporkan.** Maciej Boni, ahli biologi di Penn State University yang telah mempelajari penyebaran influenza di daerah tropis, mengatakan tingginya jumlah kasus yang tidak terdeteksi ini berarti penyebaran virus tidak dapat dilacak dari jumlah infeksi yang dikonfirmasi [6]. Oleh sebab itu data jumlah kasus yang terkonfirmasi sering menjadi perdebatan apakah hal tersebut sudah merepresentasikan jumlah kasus sesungguhnya di masyarakat.

Fenomena yang terjadi sekarang adalah pandemi. Itu tidak bisa dipungkiri. Tapi yang bisa kita lakukan adalah mengurangi dampaknya. Beberapa negara telah menjadi teladan dalam hal ini. Yang terbaik adalah Taiwan, yang sangat terkoneksi dengan China dan sampai sekarang masih memiliki 53 kasus [9].

Secara spesifik, kita ingin paling tidak kurva insiden tidak berupa kurva Gaussian yang lancip dan tinggi, karena jika hal ini terjadi maka bisa jadi rumah sakit akan kewalahan untuk menerima pasien, dan peluang transmisi penyakit menjadi lebih besar. Namun, jika puncak kurva yang dihasilkan dapat lebih rendah diharapkan rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya dapat menampung jumlah pasien. Sehingga meskipun ada peningkatan kasus, namun langkah penanganan bisa dilakukan dengan lebih baik.

Menurut CDC [5], saat ini belum ada vaksin yang tersedia untuk mencegah penyakit coronavirus. Cara terbaik untuk mencegah penyakit adalah menghindari penyebab penularan virus. Virus ini diperkirakan menyebar terutama dari orang ke orang. Antara lain melalui sentuhan dalam jarak kurang dari 6 kaki atau sekitar 1.82 meter dan melalui dahak atau bersin orang yang terinfeksi. Ada satu hal yang sangat sederhana yang bisa kita lakukan dan diharapkan berhasil untuk mencegah laju penyebaran yakni : **jaga jarak sosial (*social distancing*)**.

Jarak sosial ini dapat diartikan dengan menahan diri untuk menjauhi kerumunan dan membatasi keinginan untuk keluar rumah tanpa keperluan yang penting. Memindah pekerjaan, sistem pendidikan secara daring, membatalkan atau menunda rekreasi dan kegiatan-kegiatan yang bersifat massal mungkin tidak nyaman, menjengkelkan, dan mengecewakan. Namun itu sepadan dengan resiko yang akan kita hadapi bila mengabaikannya. Selain itu menjaga kebersihan diri dan lingkungan sesuai panduan yang diberikan oleh pihak kesehatan masyarakat terkait hal ini dan harus dilakukan secara **DISIPLIN**.

Didukung oleh informasi yang lebih baik, model dapat membantu menentukan kebijakan untuk mengendalikan penyebaran penyakit. Saat ini pengembangan model untuk mengakomodasi berbagai pilihan strategi pengendalian, memetakan penyebaran spasial dan usulan strategi pencegahan lainnya sedang dikonstruksi oleh banyak ahli dan diharapkan dapat memberikan masukan bagi para pembuat keputusan di tingkat pemerintahan daerah maupun pusat

Menurut Reuters, pejabat Cina mengatakan pembatasan perjalanan yang mereka lakukan telah mendorong epidemi sampai ke puncak di Cina. Hal ini dimaksudkan agar langkah selanjutnya akan membawa dampak penurunan kasus di negara tersebut. Zhong Nanshan, penasihat medis senior pemerintah Cina, mengklaim pada konferensi pers minggu ini bahwa jika negara-negara lain mengikuti jejak China, maka pandemi itu dapat dikurangi dalam beberapa bulan. "Saran saya menyerukan semua negara untuk mengikuti instruksi WHO dan melakukan intervensi pada skala nasional," katanya. "Jika semua negara bisa dimobilisasi, pandemi ini bisa berakhir pada Juni." [6]

We can slow it down by canceling all these events, which we completely should do. But it's still going to spread to most places.

—Maciej Boni, Penn State University

Rujukan

1. Coronavirus Outbreaks labeled pandemic WHO. <https://www.nbcnews.com/health/health-news/coronavirus-outbreak-labeled-pandemic-world-health-organization-n1155741>. Diakses pada tanggal 14 Maret 2020 pukul 13.00.
2. Flattening curve for COVID-19. <https://healthblog.uofmhealth.org/wellness-prevention/flattening-curve-for-covid-19-what-does-it-mean-and-how-can-you-help>. Diakses pada tanggal 14 Maret 2020 pukul 13.30.

3. Coronavirus act today or people will die.
<https://medium.com/@tomaspuero/coronavirus-act-today-or-people-will-die-f4d3d9cd99ca>. Diakses pada tanggal 14 Maret 2020 pukul 13.30.
4. Coronavirus Research Center, John Hopkins University.
<https://coronavirus.jhu.edu/map.html>. Diakses pada tanggal 14 Maret 2020 pukul 13.30.
5. CDC web. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/about/prevention.html>. Diakses pada tanggal 14 Maret 2020 pukul 13.30.
6. Modelers Struggle to Predict the Future of the COVID-19 Pandemic.
<https://www.the-scientist.com/news-opinion/modelers-struggle-to-predict-the-future-of-the-covid-19-pandemic-67261>. Diakses pada tanggal 14 Maret 2020 pukul 15.46.
7. COVID-19 Coronavirus update. <https://virusncov.com/>. Diakses pada tanggal 15 Maret 2020.
8. Coronavirus Data. <https://www.worldometers.info/coronavirus/>. Diakses pada tanggal 15 Maret 2020.
9. Coronavirus data live. <http://coronaviruslvestats.com/>. Diakses pada tanggal 15 Maret 2020.
10. COVID-19 Research and Statistic. <https://ourworldindata.org/coronavirus>. Diakses tanggal 15 Maret 2020.
11. Imam Sulisty, M Prima Maliki, Ridwan Napit A P , Andre Raymond, Ardin Fardiansyah. Model Epidemi SARS. Laporan Kelompok Pemodelan 2009. Tidak dipublikasikan.