

INDONESIAN COVID-19 CASE MODELING USING GAUSSIAN EQUATION

PEMODELAN KASUS COVID-19 DI INDONESIA MENGGUNAKAN PERSAMAAN GAUSSIAN

Luthfi Yufajjiru Surya Dharma¹

¹ Program Studi Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia
Jl. Margonda Raya, Pondok Cina, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat 16424
e-mail: luthfiyufajjiru@gmail.com

Abstract

The WHO have been setting Covid-19 as pandemic since it spread over the world including Indonesia. Modeling is needed to see the possibility of this case for raising awareness. This research had been conducted to build a model using the Gaussian equation for modeling the Covid-19 case in Indonesia to fulfill the model gap in previous research. The data acquisition is scraping from Line Siaga official account in Line chatting platform based on KEMENKES RI publication. This Modeling is yielding several models and RMS Error: a daily positive case, a daily recovery, a daily death, the cumulative positive case, the cumulative recovery, the cumulative death, a daily active case, and the cumulative active case. Modeling was started on 2 April 2020 and set parameters that want to be evaluated on 12 April 2020, and evaluating the model on 21 April 2020. The result shows that the infection could exceed 33275 cases and 4342 death. The RMS Error is increasing, the cumulative model generally < 56% to <115%, < 35% to <52% for daily cases, and < 5% to 15% for death and recovery rate. From the RMS Error shows that the equation has not a good precision which affected by the community behaviour and also the government policy that could reshaping the curve quite significant. The other possible factor is the reliability of the data, there is dependency between positive case and amount of testing which leads to represents the cumulative positive case to not exactly the same in reality.

Keywords: covid-19, modeling, the gaussian equation, cumulative, RMS error.

Abstrak

Covid-19 sudah ditetapkan sebagai pandemi oleh WHO karena sudah tersebar di seluruh dunia, termasuk Indonesia. Dibutuhkan upaya peningkatkan kewaspadaan dengan melakukan pemodelan untuk melihat posibilitas yang terjadi pada masa depan. Penelitian ini melakukan pemodelan menggunakan persamaan gaussian untuk melengkapi model yang sudah ada. Data didapatkan dengan melakukan pencatatan informasi dari Kemenkes RI melalui akun Line Siaga platform sosial media Line. Pemodelan menghasilkan model positif per hari, model pemulihan per hari, dan model kematian per hari, model kumulatif positif, model kumulatif pemulihan, model kumulatif kematian, model laju pemulihan, model laju, model kasus aktif, model kumulatif kasus aktif, dan *RMS Error* dari masing-masing model. Pemodelan dimulai pada tanggal 2 April 2020 dan mencatat hasil dari parameter model yang dilakukan pada tanggal 12 April 2020, kemudian mengevaluasi pada tanggal 21 April 2020. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa jumlah yang terinfeksi mencapai 33275 orang dan kematian 4342 orang. Terjadi perubahan *RMS Error*, untuk model kumulatif pada umumnya adalah <56% menjadi <115%, untuk model kasus per hari umumnya adalah <35% menjadi <52%, dan model laju kematian dan laju pemulihan adalah <5% menjadi <15%. Berdasarkan *RMS Error* dari setiap model, diketahui bahwa persamaan ini belum memiliki tingkat ketepatan yang baik. Penyebab dari kelemahan persamaan ini diduga dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu perubahan perilaku masyarakat dan perubahan kebijakan, hal ini bisa mengubah kurva cukup signifikan. Faktor berikutnya adalah reliabilitas data, yaitu terdapat ketergantungan pelaporan kumulatif positif terhadap jumlah dan distribusi pengetesan, sehingga nilai kumulatif terinfeksi tidak merepresentasikan nilai pertumbuhan infeksi Covid-19 yang sebenarnya.

Kata kunci: covid-19, pemodelan, persamaan gaussian, kumulatif, *RMS error*.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Menurut WHO (2020) Covid-19 sudah menjadi pandemik dunia dan Indonesia baru saja menghadapi pandemi ini (Redaksi WE Online, 2020; Riyanti, *et al*, 2020), virus ini dapat menginfeksi dari manusia ke manusia, sehingga penyebarannya begitu cepat. Virus ini menyerang sistem pernapasan manusia yang berujung pada permasalahan paru-paru yaitu Pneumonia. Hingga saat ini virus ini belum memiliki vaksin. Seiring berjalannya waktu, sejumlah orang yang terinfeksi akan pulih secara alami. Akan tetapi, tidak sedikit juga orang yang tidak dapat pulih dan berujung pada kematian.

Dari permasalahan tersebut, kita dapat melakukan pemodelan untuk menentukan posibilitas berapa jumlah orang yang terinfeksi, berapa jumlah orang yang pulih, berapa jumlah orang yang meninggal, kapan puncak maksimal infeksi per hari, hingga periode pandemi berdasarkan observasi dari kumulatif kasus positif/terinfeksi, kumulatif pulih, dan kumulatif kematian. Beberapa peneliti sudah melakukan beberapa pemodelan dengan berbagai pendekatan persamaan, salah satunya dengan menggunakan metode SIRU (Ikatan Alumni Matematika Universitas Indonesia. 2020). Dari hasil observasi ditunjukkan bahwa data cenderung bersifat eksponensial, maka dalam pemodelan ini penulis menggunakan pendekatan persamaan gaussian.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk menguji apakah persamaan gaussian dapat melakukan estimasi kasus Covid-19 untuk mengisi kemungkinan model yang sudah dilakukan peneliti lain, seperti model SIRU (Liu Zhihua *et al*, 2020., Ikatan Alumni Matematika Universitas Indonesia, 2020.), model log normal untuk estimasi kasus akumulasi kasus (Stephen A. Lauer *et al*, 2020.), dan beberapa model berdasarkan distribusi interval serial (Du Z *et al*, 2020)

2. BAHAN DAN METODE

2.1. Bahan

Berdasarkan catatan kasus harian Covid-19 di China (Zhihua, *et al*, 2020) yang periodenya mulai usai, kurva cenderung bersifat distribusi normal. Maka persamaan matematika yang digunakan untuk pemodelan adalah persamaan *gaussian*:

$$y = A \times \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \times e^{\left(\frac{-(t-\frac{1}{2}T)^2}{2\sigma^2}\right)} - C$$

Persamaan 1. Persamaan Gaussian

- A : Amplitudo
- σ : Sigma
- t : Waktu
- T : Periode
- C : Konstanta C

Persamaan gaussian di atas merupakan gabungan dari persamaan gaussian dalam buku Hajian (2019) dengan persamaan yang ada dalam buku Taylor (1997).

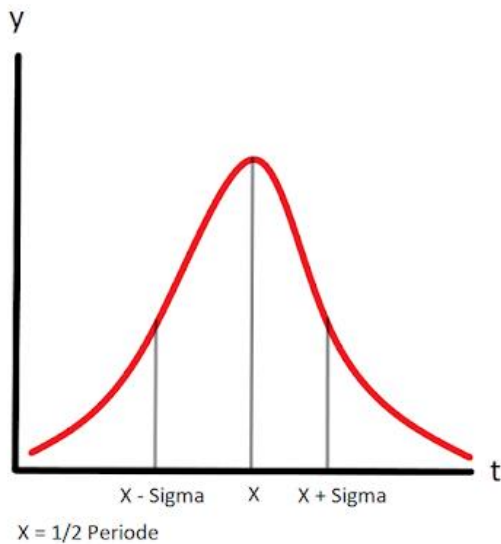
Terdapat empat parameter statis sebagai konstanta dan satu parameter dinamis sebagai variabel bebas. Parameter amplitudo (A) berhubungan dengan nilai maksimal dari sebaran data, akan tetapi nilai amplitudo tidak sama dengan nilai maksimal sebaran data, melainkan nilai amplitudo akan mendekati nilai maksimal. Hubungan nilai amplitudo dengan nilai maksimal sebaran data dipengaruhi oleh tiga parameter lainnya, yaitu sigma, periode dan konstanta C.

Parameter sigma (σ) adalah parameter yang mempengaruhi dimensi dari kurva, seperti landai atau curamnya kurva, atau parameter lebar kurva dari titik tengah terhadap titik balik kurva (*inflection point*), ilustrasi ditampilkan pada gambar 1, titik balik pertama ada pada $X - \text{Sigma}$, dan titik balik kedua adalah pada $X + \text{Sigma}$, di mana X adalah setengah dari periode pemodelan.

Parameter periode (T) adalah lamanya periode pandemi pada pemodelan. Parameter ini berguna untuk menentukan nilai t dan untuk lokasi kapan nilai puncak pemodelan terjadi. Nilai puncak adalah berada pada setengah periode. Nilai t adalah himpunan nilai dari 1 hingga parameter periode.

Parameter C adalah sebuah konstanta, tujuannya untuk memangkas tinggi kurva, jika nilai C lebih besar pada nilai y saat $C = 0$, maka terdapat nilai negatif y saat C , umumnya pada awal dan akhir kurva. Pada pemodelan ini, nilai negatif pada kurva adalah tidak realistis, maka asumsinya adalah nilai negatif dianggap nol, kecuali pada model kasus aktif.

Persamaan gaussian digunakan untuk membuat model positif harian, model angka kematian, dan model pemulihan. Setelah mendapatkan model-model tersebut, kemudian menghitung nilai kumulatif terhadap waktu dari masing-masing model, yang menghasilkan model kumulatif kasus positif, model kumulatif angka kematian, dan model kumulatif pemulihan.



Gambar 1. Ilustrasi Kurva Gaussian

Nilai laju kematian per kumulatif kasus (*Case Fatality Rate*) dihitung berdasarkan observasi dan model kumulatif kasus positif dengan Persamaan 2:

$$Fatality\ Rate = \frac{total\ death}{total\ infection} \times 100\%$$

Persamaan 2. Persamaan Laju Kematian per Kumulatif Kasus

Nilai laju pemulihan kumulatif per kumulatif kasus (*Case Recovery Rate*) dapat dihitung dengan Persamaan 3:

$$Recovery\ Rate = \frac{total\ recovery}{total\ infection} \times 100\%$$

Persamaan 3. Persamaan Laju Pemulihan per Kumulatif Kasus

Kasus aktif adalah keadaan di mana terdapat pasien yang masih dalam perawatan pada suatu waktu t berdasarkan laporan. Kasus aktif ini bermanfaat untuk acuan kapasitas tenaga medis. Misalnya kasus aktif per hari menunjukkan nilai 180 orang dan kumulatif kasus aktif sebesar 2494 pada 8 April 2020, memiliki arti bahwa pada tanggal 8 April 2020, tenaga medis Indonesia menghadapi 2494 orang yang masih terinfeksi dan memiliki pertambahan 180 orang. Persamaan untuk menghitung kasus aktif adalah:

$$Kasus\ Aktif = A - (B + C)$$

Persamaan 4. Menghitung Kasus Aktif

- A : Kasus Positif per Hari
- B : Pemulihan per Hari

- C : Kematian per Hari

Setelah mendapatkan sepuluh buah model, langkah terakhir dari pemodelan adalah menentukan besaran kesalahan model terhadap nilai observasi, dengan persamaan:

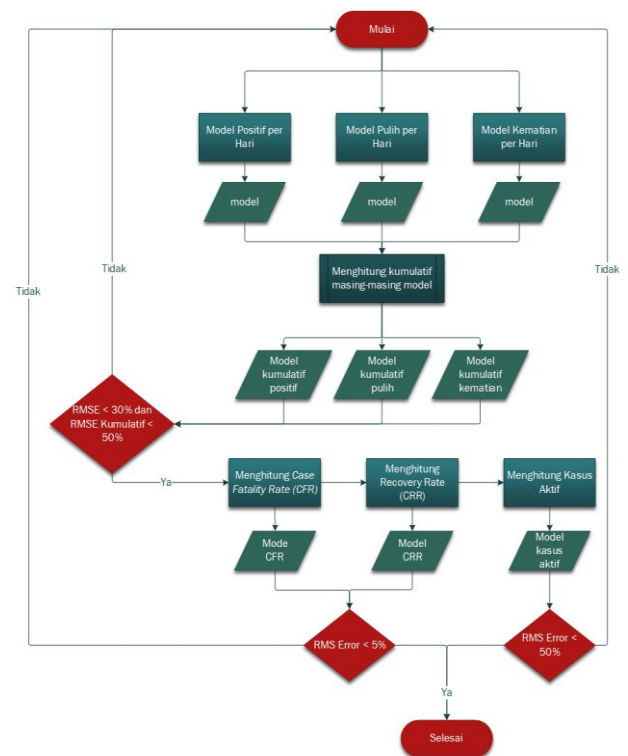
$$RMSError = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (observasi_i - estimasi_i)^2}{n}}$$

Persamaan 5. Menghitung RMS Error

2.2. Metode

Data observasi didapatkan dari catatan harian yang disusun oleh akun Line Siaga dalam platform media sosial Line, yang berdasarkan dari Kemenkes RI pada portal informasi Covid-19 Kemenkes RI. Penelitian melakukan tiga buah pemodelan, yaitu pemodelan untuk kasus positif, pemodelan kasus pemulihan, dan pemodelan kasus kematian.

Pemodelan dilakukan dengan membuat dua buah kemungkinan, yaitu dengan memilih kemungkinan yang paling cocok dengan data. Input parameter dilakukan dengan cara percobaan berulang dengan acuan nilai rms error yang paling kecil.



Gambar 2. Alur Penelitian

Pemodelan menghasilkan sepuluh buah model, yaitu model kasus positif, kumulatif kasus positif, pasien pulih, kumulatif pasien pulih, kasus kematian, kumulatif kasus

kematian, *case fatality rate*, *case recovery rate*, kasus aktif, dan kumulatif kasus aktif. Penyusun menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel* dan melakukan pemrograman berbasis *Python*, akan tetapi *Microsoft Excel* merupakan platform utama yang digunakan karena lebih sederhana dan lebih mudah untuk melakukan pembaharuan.

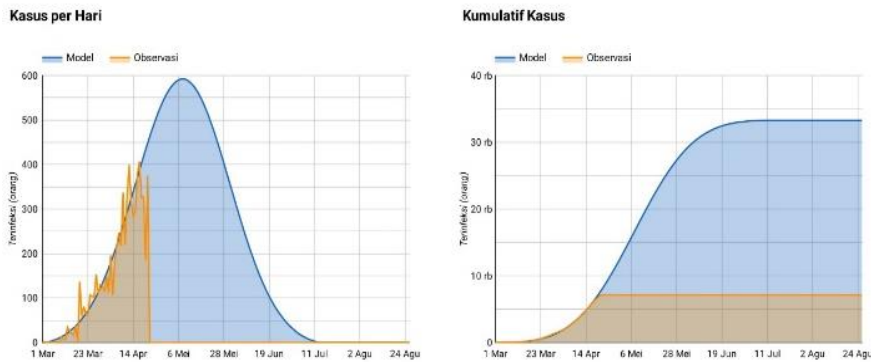
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Masukan model dibuat pada tanggal 12 April 2020, berikut masukan parameter akan dijelaskan pada tabel 1:

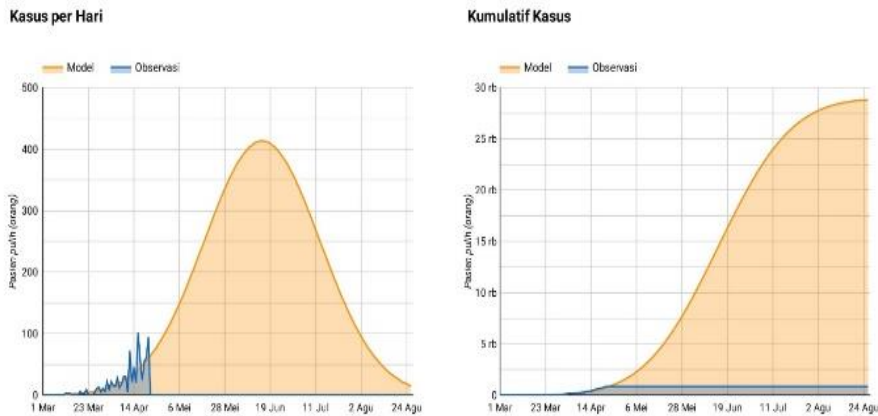
Tabel 1. Parameter Input Pemodelan,. RMS Error 1 dengan acuan observasi pada tanggal 12 April 2020, RMS Error 2 dengan acuan observasi pada tanggal 21 April 2020

Model	Amplitudo	Periode	Sigma	C	RMS Error 1	RMS Error 2
Positif per Hari	34700	138	23	9.6	33.01%	51.08%
Pulih	29000	214	28	0.18	8.40%	13.42%
Kematian	4500	148	23	1	5.90%	10.76%

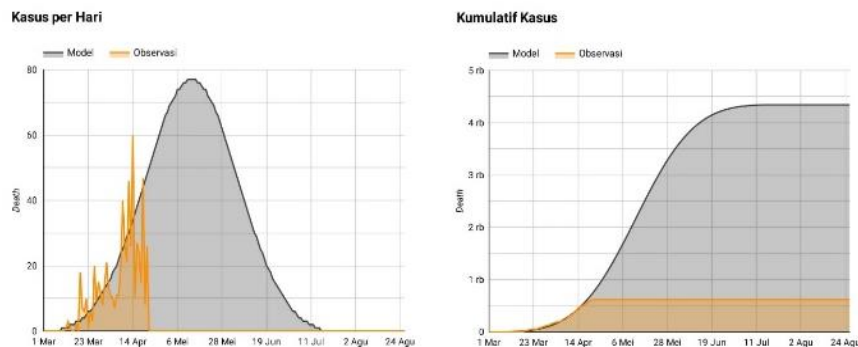
Sumber: Percobaan Penyusun, 2020.



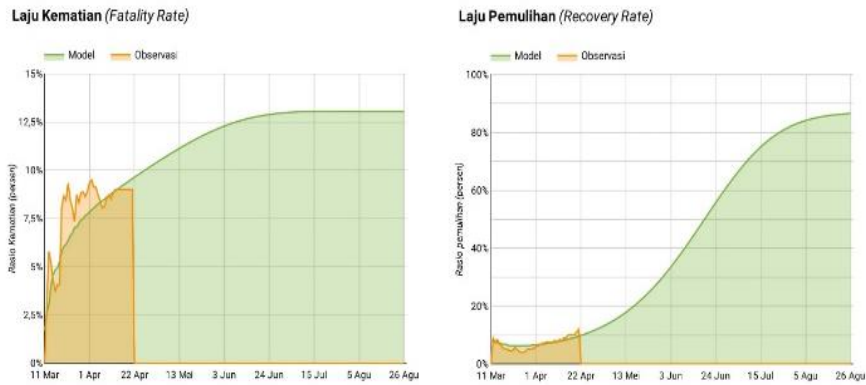
Gambar 3. Model Positif dan Kumulatifnya



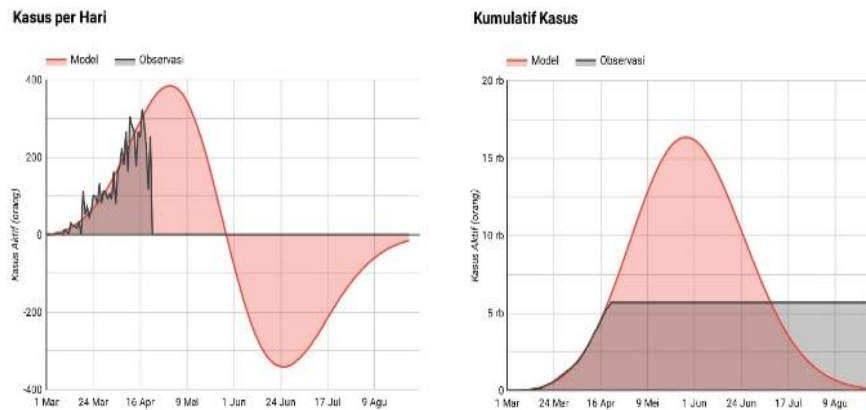
Gambar 4. Model Pemulihan per hari dan Kumulatifnya



Gambar 5. Model Kematian per Hari dan Kumulatifnya



Gambar 6. Model Laju Pemulihan dan Laju Kematian



Gambar 7. Model Kasus Aktif dan Kumulatifnya

Tabel 2. Tabel RMS Error dari setiap model, RMS Error 1 dengan acuan observasi pada tanggal 12 April 2020, dan RMS Error 2 pada tanggal 21 April 2020

Model	Periode Maksimum	Kasus Maksimum	RMS Error 1	RMS Error 2
Positif per Hari	9 Mei 2020	592	33.01%	51.08%
Pulih per Hari	15 Juni 2020	413	8.40%	13.42%
Kematian per Hari	13 Mei 2020	77	5.90%	10.76%
Kumulatif Positif	27 Agustus 2020	33275	56.89%	114.35%
Kumulatif Pulih	Agustus 2020	28818	8.38%	28.06%
Kumulatif Kematian	15 Juli 2020	4342	13.61%	27.15%
CFR	Juli 2020	13%	0.26%	0.23%
CRR	Agustus 2020	86.57%	0.17%	0.15%
Kasus Aktif	1 Mei 2020	385	29.04%	46.30%
Kumulatif Kasus Aktif	28 Mei 2020	16352	50.34%	111.06%

Sumber: Hasil Pemodelan, 2020.

Berdasarkan nilai *RMS Error* 1, akurasi yang paling tidak baik adalah kumulatif positif dan kumulatif kasus aktif, dikarenakan nilai *RMS Error* di atas 50%. Nilai *RMS Error* yang besar berada pada model yang kumulatif, dikarenakan hasil manifestasi dari *error-error* yang ada dari setiap nilai model kasus per harinya. Nilai observasi kasus per hari juga sangat fluktuatif sehingga sangat sulit untuk mendapatkan nilai yang sangat akurat dengan persamaan ini. Nilai *RMS Error* juga berubah seiring bertambahnya observasi. *RMS Error* 2 adalah nilai *error* dengan acuan observasi pada tanggal 21 April 2020 berubah sangat signifikan dalam waktu sembilan hari pengamatan,

dikarenakan model-model ini bersifat dinamis, perilaku saat ini yang sangat menentukan ke depannya. Perubahan signifikan mulai terjadi setelah tanggal 17 April 2020 dengan jumlah pengetesan per hari yang meningkat mencapai 8000 pengetesan per hari, cukup signifikan dari yang sebelumnya hanya berkisar pada angka 2000 pengetesan per hari. Selain penambahan nilai observasi, nilai *RMS Error* sangat dikontrol oleh reliabilitas data yang berkaitan dengan skema pengetesan Covid-19 yang ditunjukkan terdapat beberapa waktu pengetesan yang memiliki 114 pengujian dengan hasil 114 pengujian positif Covid-19. Hal ini dapat dicurigai sebagai kemungkinan

lebih banyak lagi yang terinfeksi, namun tidak terdeteksi akibat jumlah pengetesan yang terlalu sedikit, sehingga nilai yang dilaporkan jauh dari representasi grafik penularan Covid-19.

4. KESIMPULAN

Posibilitas periode akhir dari pandemi Covid-19 di Indonesia adalah Agustus 2020, dengan jumlah orang yang terinfeksi mencapai 33275 orang dan kematian 4342 orang. Persamaan Gaussian dapat melakukan pemodelan Covid-19, tetapi memiliki ketidakakuratan yang cukup tinggi. Ketidakakuratan yang paling besar umumnya adalah model kumulatif, dikarenakan manifestasi dari kesalahan-kesalahan pada nilai model per hari. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi *RMS Error* pada pemodelan ini yaitu *RMS Error* berubah seiring waktu dan penambahan nilai observasi, serta sangat memungkinkan untuk berubah secara signifikan jika terdapat perubahan perilaku masyarakat, ataupun kebijakan pemerintah, meskipun penentuan parameter tidak melibatkan parameter aktivitas masyarakat secara langsung. Selain itu, nilai *RMS Error* sangat bergantung dengan reliabilitas data yang dikontrol oleh skema pengetesan Covid-19 sehingga nilai yang dilaporkan tidak sesuai dengan grafik penularan yang sesungguhnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Du Z, X. Xu, Y. Wu, L. Wang, B.J. Cowling and M.L. Ancel. 2020. Serial interval of COVID-19 among publicly reported confirmed cases. *Emerg Infect Dis*.
- Hajian, Alireza, Styles and Peter. 2019. *Application Of Soft Computing And Intelligent Methods In Geophysics*. Springer.
- Ikatan Alumni Matematika Universitas Indonesia. 2020. Akan Sampai Kapan Perjuangan Kita Melawan Pandemi Covid-19? Beberapa Alumnus Departemen Matematika Universitas Indonesia Mencoba Menjawab Pertanyaan Ini Menggunakan Model Sederhana yang Dikembangkan dengan Model SIRU*. www.bit.ly/simulasi-covid19-ilunimathui [30 Maret 2020]
- Liu, Z., P. Magal, O. Seydi and G. Webb. 2020. Predicting the Cumulative Number of Cases for the COVID-19 Epidemic in China From Early Data. 10.20944/preprints202002.0365.v1.
- Redaksi WE Online. 2020. Ini Kronologi Lengkap Kasus 19 Orang Positif Corona di Indonesia. *Warta Ekonomi*. 10 Maret 2020.
- Riyanti, D., J. Lassa, D. Setiamarga, A. Sudjatma, M. Indrawan, B. Haryanto, C. Mahfud, M. S. Sinapoy, S. Djalante, I. Rafliana, L. A. Gunawan, G. A. K. Surtiari dan H. Warsilah. 2020. Review and analysis of current responses to COVID-19 in Indonesia: Period of January to March 2020, *Progress in Disaster Science*. Vol. 6.
- Lauer, S.A., K. H. Grantz, Q. Bi, F. K. Jones, Q. Zheng, H. R. Meredith, A. S. Azman, N. G. Reich dan J. Lessler. 2020. The Incubation Period of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) From Publicly Reported Confirmed Cases: Estimation and Application, *Annals of Internal Medicine*. Vol. 172 No. 9.
- Taylor, J. R. 1997. *An introduction to error analysis: The study of uncertainties in physical measurements (2nd ed.)*. Estados Unidos: University Science Books.
- World Health Organization. 2020. WHO Timeline - Covid-19. <https://www.who.int/news-room/detail/27-04-2020-who-timeline---covid-19> [30 Maret 2020].