

Penerapan *Game Theory* dalam Menentukan Strategi Pemberian Vaksin Covid-19 yang Optimal di Indonesia

Ahmad Sultan Chaeruddin*, Ichi Sukarsih, Onoy Rohaeni

Prodi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*ahsultanc@gmail.com, sukarsih@unisba.co.id, onoyrohaeni@unisba.ac.id

Abstract. The COVID-19 pandemic has entered Indonesia since early March 2020. Various efforts made by the government to prevent the spread of this virus, are deemed not effective enough. One strategy that is considered capable of fighting the virus is through a vaccination program, because the vaccine will create herd immunity. However, the presence of viral mutations affects the efficacy of existing vaccines. For this reason, the government must choose the optimal strategy for vaccination. This study aims to determine the optimal proportion of the use of *Sinovac* and *AstraZeneca* vaccines using Game Theory, and determine the level of herd immunity that will be achieved if the government only uses these two vaccines. In this case, it is assumed that the Government is a line player with this type of vaccine (*Sinovac* and *AstraZeneca*) as the strategy, and Virus as a column player with its variants (old and new) as the strategy. While the efficacy of each type of vaccine is seen as a game value. This problem can be modeled into a 2×2 payoff matrix which can be solved using a mixed strategy. Based on the results of the study, it was found that the Government's optimal strategy was to vaccinate 86.1% of its citizens with *Sinovac* and 13.9% of its citizens with *AstraZeneca*. Through this optimal strategy, the herd immunity achieved is 66.7% of the total population.

Keywords: *Game Theory, Vaccine, COVID-19, Herd Immunity*

Abstrak. Pandemi COVID-19 telah masuk ke Indonesia sejak awal Maret 2020. Berbagai upaya yang dilakukan pemerintah untuk mencegah penyebaran virus ini, dirasa belum cukup efektif. Salah satu strategi yang dianggap mampu untuk melawan virus adalah melalui program vaksinasi, karena vaksin akan menciptakan *herd immunity*. Namun, adanya mutasi virus mempengaruhi efikasi vaksin yang ada. Untuk itu pemerintah harus memilih strategi yang optimal dalam melakukan vaksinasi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan proporsi optimal penggunaan vaksin *Sinovac* dan *AstraZeneca* menggunakan *Game Theory*, dan mengetahui tingkat *herd immunity* yang akan dicapai jika pemerintah hanya menggunakan kedua vaksin tersebut. Dalam hal ini diasumsikan bahwa Pemerintah sebagai pemain baris dengan jenis vaksin (*Sinovac* dan *AstraZeneca*) sebagai strateginya, dan Virus sebagai pemain kolom dengan variannya (lama dan baru) sebagai strateginya. Sedangkan efikasi dari masing-masing jenis vaksin dipandang sebagai nilai permainan. Masalah ini dapat dimodelkan kedalam matriks *payoff* berukuran 2×2 yang dapat diselesaikan menggunakan strategi campuran. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa strategi optimal Pemerintah adalah melakukan vaksinasi terhadap 86,1% warganya dengan *Sinovac* dan 13,9% warganya dengan *AstraZeneca*. Melalui strategi optimal tersebut, *herd immunity* yang dicapai adalah 66,7% dari total populasi.

Kata Kunci: *Game Theory, Vaksin, COVID-19, Herd Immunity.*

A. Pendahuluan

Pandemi *Coronavirus Disease-2019* (COVID-19) telah masuk ke Indonesia sejak Maret 2020. Menurut Nidom, Varian Global (D614G) adalah penyebab kasus pertama COVID-19 di Indonesia. Selanjutnya, pada bulan Maret 2021 terdeteksi varian baru yaitu Varian Inggris (B.1.1.7) yang kecepatan penularannya 70% dari Varian Global [1-3]. Untuk mencegah penyebaran virus ini, pemerintah melakukan langkah preventif seperti memakai masker, mencuci tangan, dan Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB) [4][5]. Meskipun PSBB dilakukan sangat lama, akan tetapi PSBB belum cukup efektif. Menurut Goniewicz [6], pandemi tidak akan selesai jika hanya mengandalkan *social distancing*, diperlukan adanya vaksinasi untuk mempercepat *herd immunity*. Menurut Fontanet [7], kekebalan kelompok yang harus dicapai adalah minimal 67% dari populasi suatu warga negara.

Vaksin adalah zat untuk memicu lahirnya imunitas tubuh dari suatu penyakit menular tertentu. Saat ini sudah ada beberapa vaksin COVID-19 yang telah ditemukan seperti *Sinovac*, *AstraZeneca*, *Moderna*, *Pfizer*, dan lain-lain dengan tingkat efikasi yang berbeda-beda terhadap varian yang juga berbeda-beda, sebagai contohnya menurut *Voysey et al.*, efikasi vaksin *AstraZeneca* terhadap Varian Global adalah 76,7%. Namun, menurut *Bernal et al.*, Varian Inggris yang ada saat ini mempengaruhi efikasi vaksin *AstraZeneca*, yang mana efikasinya menurun menjadi 66,1% [8-11].

Pemerintah Indonesia melakukan vaksinasi sebagai salah satu strategi untuk melawan Virus agar korban meninggal akibat infeksi COVID-19 menurun dan pandemi segera berakhir. Menurut Pemerintah, vaksinasi menjadi strategi yang diperlukan untuk mencapai *herd immunity*. Kegiatan vaksinasi gratis oleh Pemerintah dinamakan Vaksinasi Program. Vaksin-vaksin COVID-19 yang digunakan pada tahap awal Vaksinasi Program yakni *Sinovac* dan *AstraZeneca* [12]. Karena *herd immunity* ditentukan oleh banyaknya penduduk yang harus divaksinasi oleh Pemerintah, maka persentase proporsi pemberian vaksin *Sinovac* dan *AstraZeneca* kepada sejumlah penduduk harus optimal.

Proses menentukan strategi optimal dapat dibantu dengan pendekatan model matematika. Salah satu model matematika untuk menentukan strategi optimal adalah Teori Permainan (*Game Theory*). Teori ini dikembangkan untuk membantu proses pengambilan keputusan dari situasi persaingan yang melibatkan dua atau lebih kepentingan [13-16].

Upaya Pemerintah untuk melawan Virus dapat dipandang sebagai Permainan Dua Pemain Jumlah Nol, di mana Pemerintah berusaha untuk menciptakan *herd immunity*, sedangkan Virus berusaha untuk terus meningkatkan keparahan infeksinya.

Penelitian terkait telah dilakukan, diantaranya, *Piraveenan et al.* [17] mengusulkan suatu model teori permainan sebagai metode pengambilan keputusan yang dikombinasikan dengan *social network analysis* dan *agent-based model* untuk simulasi mengenai dinamika penularan COVID-19. *Choi et al.* [18] dalam penelitiannya mengasumsikan bahwa vaksinasi dan *social distancing* adalah dua strategi yang optimal dalam penanganan pandemi COVID-19. Ketika efektifitas suatu vaksin menurun atau bahkan buruk, hanya *social distancing* yang bisa menekan penularan keparahan penyakit tersebut.

Berdasarkan uraian tersebut, maka penulis bermaksud meneliti tentang proses penerapan *Game Theory* dalam menentukan proporsi optimal masyarakat yang harus divaksinasi menggunakan *Sinovac* & *AstraZeneca* dan mengetahui tingkat *herd immunity* yang akan dicapai berdasarkan hasil dari optimasi kedua proporsi vaksinasi tersebut.

B. Metodologi Penelitian

Penulis menggunakan *Game Theory* dengan bentuk Permainan Dua Pemain Jumlah Nol, permainan yang setiap kemenangan seorang pemain adalah kekalahan bagi pemain lawannya. Terdapat dua tipe permainan pada Permainan Dua Pemain Jumlah Nol yaitu Permainan Strategi Murni dan Permainan Strategi Campuran. Untuk menyelesaikan Permainan Dua Pemain Jumlah Nol dimodelkan ke dalam bentuk matriks yang disebut matriks permainan berikut:

Misal R adalah sebuah matriks *pay-off*, A adalah Pemain Baris, B adalah Pemain Kolom, sehingga matriks yang terbentuk:

$$R = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ c_{m1} & c_{m2} & \dots & c_{mn} \end{bmatrix} \tag{2.1}$$

Selanjutnya, menurut Neumann dan Morganstren setiap pemain diasumsikan berusaha memaksimumkan keberuntungannya yang minimum (maksimin) atau meminimumkan ketidakberuntungannya yang maksimum (minimaks) seperti berikut:

Misalkan P adalah sebuah himpunan yang beranggotakan strategi yang memiliki *pay-off* minimum bagi Pemain A atau dapat dikatakan *pay-off* minimum dari tiap baris di matriks permainan tersebut dan c_i adalah anggota-anggota himpunan tersebut, sehingga

$$P = \{c_i | i = 1, 2, \dots, m.\} \tag{2.2}$$

Maka strategi optimal bagi Pemain A adalah strategi yang mengandung *pay-off* dengan nilai terbesar di antara *pay-off* minimum lainnya atau dapat dituliskan sebagai

$$\max\{P\} = \max\{c_i | i = 1, 2, \dots, m.\} = v^* \tag{2.3}$$

v^* adalah strategi maksimin optimal bagi Pemain A dan merupakan nilai maksimin dari permainan tersebut.

Dengan cara serupa dan sesuai definisi minimaks, model untuk Pemain B juga akan diperoleh, dengan v^{**} adalah strategi minimaks optimal bagi Pemain B dan merupakan nilai minimaks dari permainan tersebut.

Berkean dengan uraian mengenai kriteria maksimin dan minimaks di atas, jika di dalam suatu matriks permainan terdapat sebuah unsur c_{ij} terdapat $v^* = v^{**}$, maka unsur tersebut dinamakan titik pelana (*saddle point*). Strategi optimal bagi para pemain adalah strategi yang mengandung titik pelana tersebut. *Pay-off* pada titik pelana ini menjadi nilai akhir permainan dari kedua pemain tersebut, sehingga $v^* = v^{**} = V$. Permainan tersebut dikatakan permainan yang bersaing ketat dan tipe permainan tersebut adalah Permainan dengan Strategi Murni. Arti penting dari Permainan dengan Strategi Murni adalah kedua pemain menggunakan strategi tunggal.

Namun, kenyataannya tidak semua kasus permainan memiliki titik pelana, sehingga ada pula yang tidak bersaing ketat. Oleh karena itu, permainan tersebut harus ditelaah lebih lanjut. Metode pemilihan strategi permainan yang tidak bersaing ketat adalah dengan mengevaluasi kombinasi strategi pemain yang menjadi lawannya menggunakan prinsip peluang. Tipe permainan ini disebut strategi campuran. Arti penting dari permainan dengan strategi campuran adalah kedua pemain menjalankan secara campuran dari beberapa strategi yang berbeda-beda [13-15].

Dumairy [16], mengembangkan model yang diadaptasi dari teori peluang dan aljabar linier. Andaikan matriks (2.1) tidak memiliki titik pelana dan menurut definisi “pemilihan strategi dalam permainan yang tidak bersaing ketat adalah dengan cara mengevaluasi kombinasi strategi pemain yang menjadi lawannya dengan menggunakan prinsip peluang”, maka masing-masing pemain perlu mengetahui probabilitas dari setiap strateginya untuk memperoleh hasil (nilai permainan) yang paling optimal.

Misal, p adalah probabilitas maksimum keberuntungan Pemain A yang minimum, dengan p_i ($i = 1, 2, \dots, m$) menyatakan probabilitas keberuntungan Pemain A ketika memilih salah satu strateginya, sedemikian sehingga

$$p_1 + p_2 + \dots + p_m = 1 \tag{2.6}$$

Dengan cara serupa dan definisi minimaks, diperoleh untuk Pemain B sedemikian sehingga

$$q_1 + q_2 + \dots + q_n = 1 \quad (2.7)$$

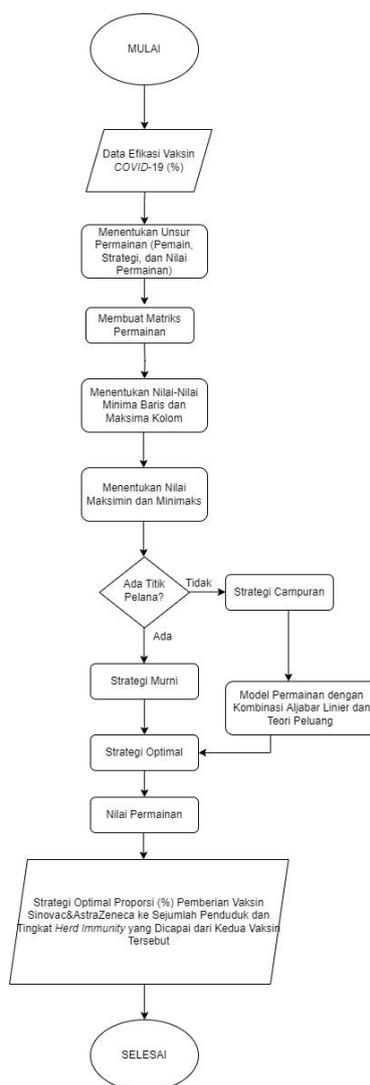
Nyatakan p_i dalam matriks baris P dan q_j dalam matriks kolom Q , akan diperoleh:

$$P = [p_1 \quad p_2 \quad \dots \quad p_m] \text{ dan } Q = \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ \vdots \\ q_n \end{bmatrix} \quad (2.8)$$

Karena pada Permainan dengan Strategi Campuran kedua pemain memakai campuran dari beberapa strategi yang berbeda-beda, maka matriks baris P disebut sebagai strategi maksimin optimal bagi Pemain A (Pemain Baris) dan matriks kolom Q disebut sebagai strategi minimaks optimal bagi Pemain B (Pemain Kolom), sehingga jika Pemain A (Pemain Baris) dan Pemain B (Pemain Kolom) masing-masing memainkan strategi optimalnya, maka nilai permainan yang diharapkan adalah:

$$\begin{aligned} V = PRQ &= [p_1 \quad p_2 \quad \dots \quad p_m] \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ c_{m1} & c_{m2} & \dots & c_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ \vdots \\ q_n \end{bmatrix} \\ &= c_{11}p_1q_1 + c_{12}p_1q_2 + \dots + c_{1n}p_1q_n + c_{21}p_2q_1 + c_{22}p_2q_2 + \dots + c_{mn}p_mq_n \end{aligned} \quad (2.9)$$

Dalam menentukan strategi pemberian vaksin COVID-19 yang optimal, terdapat beberapa langkah dan alur yang harus dilakukan dengan sesuai. Proses yang dilakukan tersebut memiliki alur seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Diketahui menurut Badan Pusat Statistik total penduduk Indonesia adalah sebesar 270.203.917 jiwa [19]. Selanjutnya, pandang Pemerintah sebagai Pemain Baris dan Virus sebagai Pemain Kolom. Kedua pemain tersebut memiliki masing-masing strategi yakni Pemerintah memiliki strategi dengan jenis-jenis vaksinnya yakni *Sinovac* dan *AstraZeneca*, kemudian Virus memiliki strategi dengan virus keturunan-keturunannya yaitu Varian Lama dan Varian Baru dengan *pay-off* masing-masing dari strategi-strategi tersebut adalah data efikasi vaksin *Sinovac* dan *AstraZeneca* terhadap Varian Lama dan Varian Baru sebagai berikut:

1. *Sinovac*
Berdasarkan hasil uji klinis tahap ketiga BPOM, *Sinovac* memiliki tingkat efikasi terhadap Varian Lama sebesar 65,3%, lalu menurut EUL WHO, *Sinovac* memiliki tingkat efikasi terhadap Varian Baru sebesar 67,0% [20].
2. *AstraZeneca*
Berdasarkan hasil riset Voysey et al., menyatakan bahwa tingkat efikasi *AstraZeneca* terhadap Varian Lama adalah sebesar 76,7% [10]. Kemudian, menurut Bernal et al., terhadap Varian Baru efikasinya menurun menjadi sebesar 66,1% [11].
Berdasarkan data di atas, maka dapat dibentuk matriks permainan sebagai berikut:

$$R = \begin{bmatrix} 0,653 & 0,670 \\ 0,767 & 0,661 \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

Langkah berikutnya adalah memeriksa keberadaan *saddle point* dengan mencari nilai maksimin dan minimaks yang sama dari permainan tersebut pada matriks (3.1)

Misal P adalah himpunan nilai-nilai minima baris dari matriks (3.1)

$$P = \{0,653; 0,661\}$$

Maka, $\max \{P\} = \max\{0,653; 0,661\} = 0,661 = v^*$

Misal Q adalah himpunan nilai-nilai maksima baris dari matriks (3.1)

$$Q = \{0,767; 0,670\}$$

Maka, $\max \{Q\} = \min\{0,767; 0,670\} = 0,670 = v^{**}$

Sehingga, $v^* \neq v^{**}$ yang artinya matriks (3.1) adalah permainan yang tidak bersaing ketat karena tidak mengandung titik pelana. Karena kasus permainan ini tidak bersaing ketat maka penyelesaiannya dilanjutkan menggunakan strategi campuran. Berikut adalah hasil berdasarkan model yang dikembangkan Dumairy [16] :

Berdasarkan persamaan (2.6) dan (2.8) diperoleh:

$$p_1 = \frac{0,661 - 0,767}{0,653 - 0,670 - 0,767 + 0,661} = \frac{-0,106}{-0,123} = 0,861$$

$$p_2 = 1 - p_1 = 1 - 0,861 = 0,139$$

Strategi optimal untuk Pemerintah adalah melakukan vaksinasi terhadap 86,1% penduduknya menggunakan *Sinovac* dan 13,9% penduduknya menggunakan *AstraZeneca*.

Sehingga matriks baris yang dapat dibentuk adalah $P = [0,861 \quad 0,139]$.

Dan

Berdasarkan persamaan (2.7) dan (2.8) diperoleh:

$$q_1 = \frac{0,661 - 0,670}{0,653 - 0,670 - 0,767 + 0,661} = \frac{-0,009}{-0,123} = 0,073$$

$$q_2 = 1 - q_1 = 1 - 0,073 = 0,927$$

Strategi optimal untuk Virus adalah menyebarkan infeksi 7,3% virus dari Varian Lama dan 92,7% dari Varian Baru.

Sehingga matriks kolom yang dapat dibentuk adalah $Q = \begin{bmatrix} 0,073 \\ 0,927 \end{bmatrix}$.

Setelah memperoleh nilai $p_1, p_2, q_1,$ dan q_2 , langkah terakhir adalah menghitung nilai permainan yang diharapkan menurut persamaan (2.9) sehingga diperoleh:

$$V = (0,653)(0,861)(0,073) + (0,670)(0,861)(0,927) + (0,767)(0,139)(0,073) + (0,661)(0,139)(0,927)$$

$$V = 0,041 + 0,534 + 0,007 + 0,085 = 0,667$$

Hal ini, akan menjamin terciptanya *herd immunity* sebesar 66,7% terhadap infeksi virus terlepas dari penyebaran kedua varian virus tersebut.

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, penulis menyimpulkan hasil penelitian yakni Pemerintah harus menyuntikkan vaksin *Sinovac* terhadap 86,1% dari total penduduk dan menyuntikkan vaksin *AstraZeneca* terhadap 13,9%. Namun, proporsi penyuntikan vaksin *Sinovac* dan *AstraZeneca* ini belum bisa memenuhi pencapaian *herd immunity* minimal 67% dari total penduduk atau sejumlah 181.036.624 penduduk, *herd immunity* yang akan dicapai

jika menggunakan *Sinovac* dan *AstraZeneca* adalah sebesar 66,7% atau hanya sejumlah 180.226.012 penduduk yang kebal terhadap virus baik Varian Lama maupun Varian Baru, sehingga akan ada 810.611 orang yang belum kebal terhadap virus, karena menurut model yang dibangun dengan hanya mempertimbangkan tingkat efikasi vaksin *Sinovac* dan *AstraZeneca* ternyata strategi optimal pemberian vaksin COVID-19 masih kurang 0,3% dari tingkat minimal *herd immunity*.

Acknowledge

Terima kasih disampaikan kepada Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, dan semua pihak yang telah membantu atas terselesaikannya penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Satuan Gugus Tugas Percepatan Penanganan COVID-19, "Peta Sebaran Kasus Covid-19 Meninggal 11 Maret," Satuan Gugus Tugas Percepatan Penanganan COVID-19, Jakarta, 2021.
- [2] R. Nidom V, S. Indrasari, I. Normalina and *et al.*, "Investigation of the D614G Mutation and Antibody Dependent Enhancement Sequences in Indonesian SARS- CoV-2 Isolates and Comparison to Southeast Asian Isolates," *Sys Rev Pharm*, vol. 11, no. 8, pp. 203-213, 2020.
- [3] J. Edyta, M. Niemcewicz, M. Podogrocki and *et al.*, "The Emerging Concern and Interest SARS-CoV-2 Variants," *Pathogens*, vol. 10, no. 6, p. 633, 2021.
- [4] Presiden Republik Indonesia, "Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2020 Tentang Penetapan Bencana Nonalam Penyebaran Corona Virus Disease 2019 (COVID-19) Sebagai Bencana Nasional," Presiden Republik Indonesia, Jakarta, 2020.
- [5] Presiden Republik Indonesia, "Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2020 Tentang Pembatasan Sosial Berskala Besar Dalam Rangka Percepatan Penanganan Corona Virus Disease 2019 (COVID-19)," Presiden Republik Indonesia, Jakarta, 2020.
- [6] K. Goniewicz and A. Khorram-Manesh, "Maintaining Social Distancing during the COVID-19 Outbreak," *Soc. Sci.*, vol. 10, no. 1, pp. 1-7, 2021.
- [7] A. Fontanet and S. Cauchemez, "COVID-19 herd immunity: where are we?," *Nat Rev Immunol*, vol. 20, p. 583–584, 2020.
- [8] A. C I Depelsenaire, M. A. F. Kendall, P. R. Young and *et al.*, "Introduction to Vaccines and Vaccination," in *Micro and Nanotechnology in Vaccine Development*, Oxford, Elsevier, 2017, pp. 47-62.
- [9] S. Ullah, A. Ghodran Al-Sehemi, J. Jaromir Klemeš and *et al.*, "A Review of the Progress of COVID-19 Vaccine Development," *Duzce Medical Journal*, vol. 23, no. Special Issue, pp. 1 - 23, 2021.
- [10] M. Voysey, S. Ann Costa Clemens, S. A and *et al.*, "Single-dose administration and the influence of the timing of the booster dose on immunogenicity and efficacy of ChAdOx1 nCoV-19 (AZD1222) vaccine: a pooled analysis of four randomised trials," *The Lancet*, vol. 397, no. 10277, pp. 881-891, 2021.
- [11] J. Bernal L, N. Andrews, C. Gower and *et al.*, "Effectiveness of Covid-19 Vaccines against the B.1.617.2 Variant," *medRxiv*, 2021.
- [12] Menteri Kesehatan Republik Indonesia, "Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 2021 Tentang Pelaksanaan Vaksinasi dalam Rangka Penanggulangan Pandemi COVID-19," Menteri Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta, 2021.
- [13] M. Osborne J., *An Introduction to Game Theory*, New Delhi: Oxford University Press, 2012.
- [14] R. Myerson B, *Game Theory: Analysis of Conflict*, Cambridge: Harvard University Press, 1997.
- [15] P. Thie R and G. Keough E, *An Introduction to Linear Programming and Game Theory*,

Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2008.

- [16] Dumairy, *Matematika Terapan Untuk Bisnis dan Ekonomi*, Yogyakarta: BPFY-Yogyakarta, 2012.
- [17] M. Piraveenan, S. Sawleshwarkar, M. Walsh and *et al.*, "Optimal governance and implementation of vaccination programmes to contain the COVID-19 pandemic," *R. Soc. Open Sci.*, vol. 8, no. 210429, pp. 1-10, 2021.
- [18] W. Choi and E. Shim, "Optimal strategies for vaccination and social distancing in a game-theoretic epidemiologic model," *Journal of Theoretical Biology*, vol. 505, no. 110422, pp. 1-12, 2020.
- [19] Badan Pusat Statistik Republik Indonesia, "Hasil Sensus Penduduk 2020," Badan Pusat Statistik Republik Indonesia, Jakarta, 2021.
- [20] C. Huang, Y. Wang, X. Li and *et al.*, "Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China," *Lancet*, vol. 395, no. 10223, pp. 497-506, 2020.
- [21] Shafana Ninda Rizkya, Gunawan Gani, (2021). *Analisis Faktor yang Mempengaruhi Kesadaran Penduduk dalam Vaksin Covid-19 Menggunakan Metode Multivariate Adaptive Regression Spline*. *Jurnal Riset Matematika*, 1(2), 154-162.