

Model Matematika Penyebaran Hoax COVID-19

Wahyudin Nur¹, Darmawati²

^{1,2}Program Studi Matematika Universitas Sulawesi Barat, Indonesia
e-mail: wahyudin.nur@unsulbar.ac.id¹, darmath@unsulbar.ac.id²

Abstrak. Pada artikel ini, masalah penyebaran hoax saat terjadinya wabah corona-19 dikaji dengan menggunakan model matematika. Saat ini, kita sering melihat banyaknya hoax yang sangat meresahkan, misalkan adanya kabar telur merupakan obat corona. Selain itu, terjadi penolakan pemakaman korban covid di berbagai daerah. Dalam artikel ini, dampak edukasi dan sosialisasi pemerintah, tindakan tegas terhadap penyebar hoax dan ketidakpedulian orang-orang yang paham masalah covid-19 terhadap penyebaran hoax. Model dibangun dengan menggunakan 4 kompartemen, titik kesetimbangan, bebas penyebar hoax, bilangan reproduksi dasar dan analisis sensitifitasnya dibahas dalam artikel ini. Beberapa simulasi numerik diberikan untuk menguji kajian teoritik model.

Kata kunci: model deterministik, hoax covid 19, sensitifitas

Abstract. In this article, the problem of spreading hoaxes during the corona-19 outbreak is studied using a mathematical model. Currently, we often see a lot of hoaxes that are very unsettling, for example the news that eggs are a corona drug. In addition, there have been denials of funerals for Covid victims in various regions. In this article, the impact of government education and outreach, decisive action against hoax spreaders and ignorance of people who understand the problem of Covid-19 regarding the spread of hoaxes. The model built using 4 compartments, equilibrium point, free hoax spreader, basic reproduction number and sensitivity analysis are discussed in this article. Several numerical simulations are provided to test the theoretical study of the model.

Keywords: deterministic model, covid 19 hoax, sensitivity

I. PENDAHULUAN

Outbreak pertama penyakit Covid 19 dilaporkan terjadi di Wuhan, Tiongkok. Saat ini, covid telah mewabah di lebih dari 200 negara dengan tingkat infeksi 1.991.562 jiwa dan meninggal lebih dari 130 ribu. WHO telah menetapkan Covid 19 sebagai pandemic. Untuk membantu erbagai negara dalam menghadapi penyebaran COVID-19, WHO telah memberikan beberapa rekomendasi [1]. Indonesia melaporkan kasus pertama Covid 19 pada tanggal 2 Maret 2019. Saat ini, total terinfeksi 5.516 hanya dalam waktu kurang dari 2 bulan. Korban meninggal telah mencapai lebih dari 496 sedangkan jumlah pasien sembuh sebanyak 548. Pemerintah telah berupaya menanggulangi penyebaran Covid 19 dengan membentuk Gugus Satgas Penanggulangan Covid 19, mendatangkan obat dan membuka peluang melakukan pembatasan social berskala besar. Pemerintah juga telah membuat web khusus yang menampilkan perkembangan penyebaran covid 19[2]. Sayangnya masih banyak masyarakat yang dengan sangat mudah mempercayai berita-berita yang tidak bisa dipertanggungjawabkan sumbernya. Salah satu faktor yang menjadi penyebabnya adalah ketidaktahuan masyarakat dalam menggunakan media social [3] Pada umumnya, tujuan penyebaran hoax beragam, diantaranya adanya oknum yang ingin mendapatkan keuntungan, menciptakan kepanikan, hanya

iseng ataupun tanpa kesadaran [4]. Dampak dari hoax-hoax terkait COVID-19 sangat meresahkan dan menimbulkan kepanikan masyarakat. Salah satu dampak hoax adalah terjadinya penolakan pemakaman jenazah korban covid 19 di berbagai daerah. Beberapa penyebar hoax telah diamankan oleh pihak berwajib. Untuk mempelajari masalah ini, penulis mengembangkan dan mengkajinya dengan model matematika.

II. MODEL MATEMATIKA PENYEBARAN HOAX COVID 19

Model matematika terkait penyebaran rumor atau informasi dibahas dalam [5]. Dalam artikel tersebut, membahas model deterministik dan model stokastik. Modelnya dibangun dengan mengadopsi model epidemiologi. Model tersebut terdiri dari 3 kompartemen, yakni subpopulasi yang belum mendapatkan rumor atau informasi, subpopulasi penyebar rumor dan subpopulasi yang berhenti menyebarkan rumor. Subpopulasi rentan berkurang setelah mendapatkan informasi dari penyebar informasi. Model penyebaran rumor mengalami perkembangan dengan penambahan beberapa kompartemen diantaranya kompartemen rentan tereduksi dan tidak tereduksi [6], kompartemen inkubasi [7], dan kompartemen pecandu media sosial [8]. Review terkait model-model

penyebaran rumor dibahas dalam [9]. Model penyebaran Dalam artikel ini, penulis mengembangkan model matematika yang dengan menggunakan 4 kompartemen. Populasi manusia dibagi menjadi 4 subpopulasi yakni subpopulasi masyarakat awam yang mulai aktif mencari informasi terkait wabah dan rentan terpengaruh hoax (S), subpopulasi masyarakat teredukasi dan paham masalah covid 19 (E), subpopulasi penyebar hoax tanpa kepentingan (H), dan subpopulasi penyebar hoax dengan kepentingan (P). Asumsi yang digunakan adalah:

- a) Orang yang telah paham masalah penyebaran hoax covid-19 dan telah mendapatkan edukasi tidak akan menjadi penyebar hoax;
- b) Penyebar hoax dapat mempengaruhi masyarakat awam;
- c) Penyebar hoax tanpa kepentingan masih dapat dipengaruhi oleh orang yang paham masalah covid dan mendapatkan edukasi terkait informai yang benar;
- d) Penyebar hoax tanpa kepentingan dapat menjadi penyebar hoax dengan kepentingan;
- e) Penyebar hoax dengan kepentingan tidak dapat dipengaruhi untuk berhenti menyebarkan hoax karena waktu wabah yang relatif singkat;

$$\begin{aligned} \frac{dS}{dt} &= A - (1-a)bS - (1-b)SP - (1-b)SH \\ \frac{dE}{dt} &= (1-a)bS + (1-a)bH + (1-c)EH - cE \\ \frac{dH}{dt} &= (1-b)SP + (1-b)SH - (1-a)bH - d(1-b)H - (1-c)EH - eH \\ \frac{dP}{dt} &= d(1-b)H - eH \end{aligned}$$

dengan A merupakan laju pertumbuhan masyarakat awam yang mulai aktif mencari informasi terkait wabah, $0 < a < 1$ proporsi masyarakat yang tidak terjangkau sosialisasi dan edukasi pemerintah, $0 < b < 1$ merupakan tingkat kepedulian masyarakat terhadap sumber berita, $0 < c < 1$ merupakan tingkat ketidakpedulian masyarakat yang paham dengan penyebaran hoax, $0 < d < 1$ merupakan faktor kepentingan penyebar hoax, dan $0 < e < 1$ merupakan tingkat penidakan tegas terhadap penyebar hoax.

2.1. Titik kesetimbangan bebas penyebar hoax

Titik kesetimbangan tercapai ketika sudah tidak ada perubahan nilai dari semua kompartemen $\left(\frac{dS}{dt} = \frac{dE}{dt} = \frac{dH}{dt} = \frac{dP}{dt} = 0\right)$. Apabila ruas kiri model diganti

dengan 0 maka diperoleh sistem persamaan nonlinier. Sistem persamaan diselesaikan dan diperoleh titik kesetimbangan

$$x_0 = \left(\frac{A}{b(1-a)}, \frac{A}{c}, 0, 0\right).$$

2.2. Bilangan reproduksi dasar

Dengan menggunakan metode matriks generasi selanjutnya [10], diperoleh bilangan reproduksi dasar sebagaimana berikut:

Berdasarkan [11], diperoleh teorema berikut.

$$R_0 = \frac{A(1-b)}{b(1-a)} \left(\frac{1}{(1-b)d + (1-a)b + \left(\frac{(1-c)A}{c}\right) + e} + d(1-b) \right)$$

Teorema 1

Titik kesetimbangan bebas penyebar hoax X_0 stabil jika $R_0 < 1$, dan tidak stabil jika $R_0 > 1$.

2.3. Bifurkasi

Cadangan Misalkan kita pilih parameter bifurkasinya adalah e . Dengan melakukan sedikit manipulasi aljabar pada persamaan $R_0 = 1$, akan diperoleh

$$e^* = \frac{A(1-b) \left(1 + d(1-b) \left((1-b)f + (1-a)b + \left(\frac{(1-c)A}{c} \right) \right) \right) - b(1-a) \left((1-b)d + (1-a)b + \left(\frac{(1-c)A}{c} \right) \right)}{(1-a)b - A(1-b)^2 d} \quad (4)$$

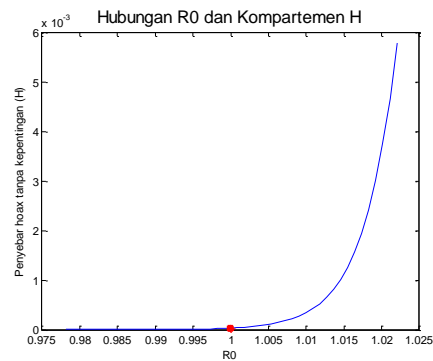
Berdasarkan Teorema 1, diperoleh *corollary* berikut.

Corollary 1.

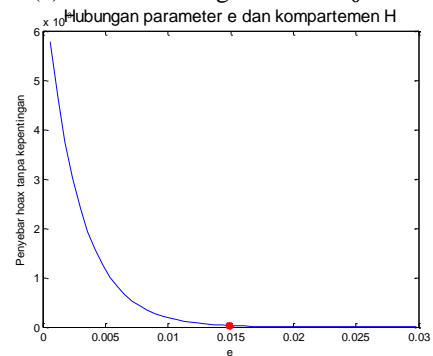
Titik kesetimbangan bebas penyebar hoax X_0 stabil jika $e^* < e$, dan tidak stabil jika $e^* > e$.

2.4 Simulasi Numerik

Simulasi numerik dilakukan dengan menggunakan metode Hamming-Runge Kutta Orde 4 seperti yang dilakukan dalam [12]. Dengan memilih nilai parameter sebagaimana berikut



1.(a). Grafik hubungan antara R_0 dan H



1.(b). Grafik hubungan antara e dan H

Gambar 1. Hubungan c dan R_0 dengan H

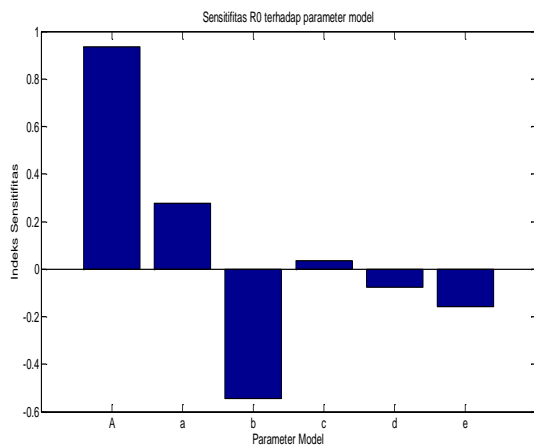
- $A = 0,1$
- $b = 0,3$
- $d = 0,5$
- $e = 0,01$
- $a = 0,5$
- $c = 0,7$

diperoleh $e^* = 0.0149$. Perhatikan pada gambar 1.b. Ketika e lebih besar dari 0.0149, kurva H selalu bernilai nol. Hal ini

menandakan, titik kesetimbangan bebas penyebar hoax selalu stabil ketika e lebih besar dari 0.0149. Hal ini sudah sesuai dengan *corollary 1*. Adapun gambar 1.a menunjukkan hubungan antara R_0 dan H. Ketika $R_0 < 1$, maka kurva H akan selalu bernilai nol. Hal ini menandakan titik kesetimbangan bebas penyebar hoax stabil dan sesuai dengan *teorema 1*. Kedua urva ini menunjukkan adanya bifurkasi transkritikal.

2.5 Analisis Sensitifitas

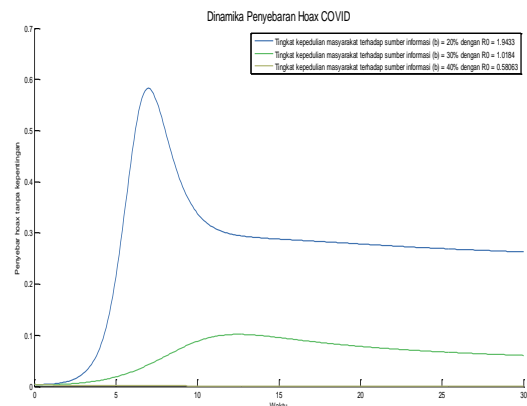
Analisis sensitifitas digunakan untuk mempelajari bagaimana hubungan antara parameter dengan R_0 . Berdasarkan bilangan reproduksi dasar, kita akan mengkaji sensitifitas R_0 terhadap perubahan nilai tiap parameter. Metode yang paling banyak digunakan dalam epidemiologi adalah dengan menggunakan turunan parsial R_0 terhadap masing-masing parameter model. Dalam hal ini, $\frac{\partial R_0}{\partial A}, \frac{\partial R_0}{\partial a}, \frac{\partial R_0}{\partial b}, \frac{\partial R_0}{\partial c}, \frac{\partial R_0}{\partial d}, \frac{\partial R_0}{\partial e}$. Dalam artikel ini, analisis sensitifitas dilakukan secara numerik dan diperoleh hasil sebagaimana gambar berikut.



Gambar 2. Indeks sensitifitas R_0

Berdasarkan indeks sensitifitasnya, parameter yang berkorelasi negatif dengan R_0 adalah parameter $b, d,$ dan e yang masing-masing merupakan faktor kepedulian masyarakat terhadap sumber informasi, ketidakpedulian orang-orang yang paham penyebaran hoax, faktor kepentingan penyebar hoax (tansisi dari penyebar hoax tanpa kepentingan ke penyebar hoax dengan kepentingan) dan penindakan tegas terhadap penyebar hoax Oleh karna itu, kita dapat menurunkan R_0 agar titik kesetimbangan bebas penyebar hoax stabil dengan cara menaikkan 3 parameter ini. Berdasarkan nilai indeksnya, parameter (b) merupakan yang paling berkorelasi negatif. Parameter ini berkaitan dengan kepedulian masyarakat dengan sumber berita. Oleh karena itu, untuk mengurangi jumlah penyebar hoax di masyarakat, perlu adanya intervensi agar masyarakat lebih peduli terhadap sumber berita. Masyarakat harus belajar menggunakan media social dengan benar agar tidak serta merta menyebarkan informasi tanpa melakukan pengecekan kebenaran informasi tersebut. Faktor ini bahkan jauh lebih besar bila dibandingkan dengan faktor kepentingan penyebar hoax dan penindakan tegas oleh aparat.

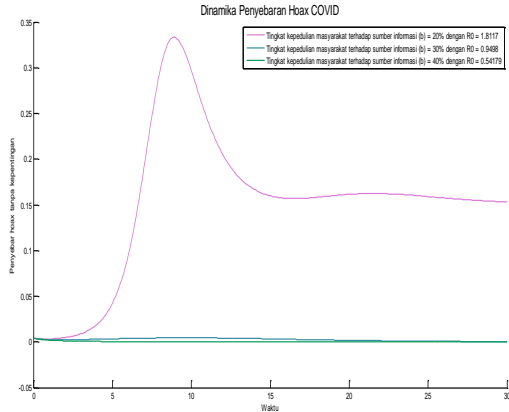
3 (tiga) parameter yang berkorelasi positif adalah laju pertumbuhan jumlah masyarakat awam yang mencari informasi mengenai wabah (A), proporsi masyarakat yang tidak terjangkau sosialisasi pemerintah (a) dan ketidakpedulian orang yang paham dengan penyebaran hoax (c). Oleh karena itu, untuk menurunkan R_0 agar titik kesetimbangan bebas penyebar hoax stabil dengan cara menurunkan 3 parameter ini. Parameter A memiliki pengaruh yang lebih besar daripada a dan c yang menandakan semakin banyak masyarakat awam yang mencari informasi terkait wabah akan berpotensi meningkatkan jumlah penyebar hoax. Oleh karena itu, pemerintah seharusnya melakukan intervensi dengan edukasi dan sosialisasi terkait wabah ataupun terkait penggunaan social media jauh-jauh hari sebelum COVID-19 mewabah di Indonesia. Hal ini berguna agar saat terjadi wabah, masyarakat telah memiliki kemampuan dan pengetahuan untuk peduli terhadap sumber berita (b). Parameter A memiliki kaitan yang sangat erat dengan parameter b . Meskipun parameter A sangat besar, pengendalian penyebar hoax tetap dapat dikendalikan apabila parameter b juga besar. Hal ini harus menjadi perhatian dan pelajaran bagi pemerintah agar lebih aktif melakukan edukasi penggunaan media social yang baik karena berdasarkan analisis sensitifitasnya, dari semua parameter model, parameter A adalah parameter yang paling berpengaruh. Tetapi keadaan tetap dapat dikendalikan apabila masyarakat telah memiliki kepedulian untuk memperhatikan sumber informasi.



Gambar 3. Simulasi untuk nilai A yang besar dengan beberapa variasi nilai b

Simulasi di atas menunjukkan bagaimana dampak edukasi penggunaan social media terhadap jumlah penyebar hoax pada masa wabah. Perhatikan dari 3 simulasi dengan nilai b berbeda, penyebar hoax akan selalu ada ketika tingkat kepedulian masyarakat terhadap sumber berita berada pada level kurang dari 40%. Ketika nilai A sangat besar, pengendalian sangat sulit dilakukan kecuali telah diadakan edukasi jauh hari sebelum wabah melanda Indonesia. Karena wabah telah melanda saat ini, salah satu cara yang dapat ditempuh oleh pemerintah adalah dengan meningkatkan penindakan tegas terhadap para penyebar hoax. Hal ini ditunjukkan oleh simulasi berikut. Simulasi dilakukan dengan menggunakan nilai parameter yang sama pada simulasi sesuai gambar 3 namun nilai parameter penindakan tegas terhadap penyebar hoax diperbesar.

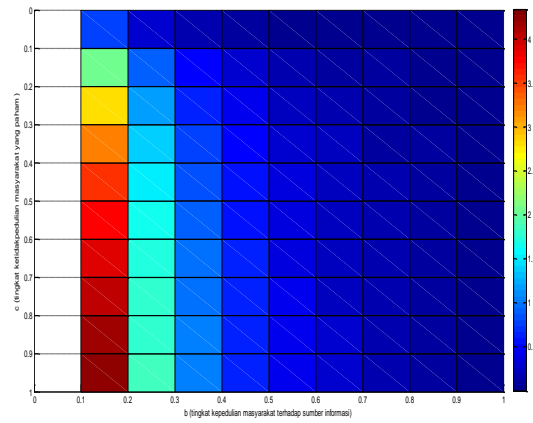
Setelah parameter penindakan tegas diperbesar, penyebar hoax akan selalu ada hanya apabila tingkat kepedulian masyarakat terhadap sumber berita berada di bawah 30%. Hal ini sesuai dengan yang ditunjukkan pada gambar 4. Oleh karena itu, untuk menghadapi penyebar hoax pada saat ini, alternatif yang dapat dilakukan adalah dengan menindak tegas para penyebar hoax.



Gambar 4. Simulasi dengan meningkatkan faktor penindakan tegas.

2.6 Pengaruh kepedulian terhadap sumber berita dan ketidakpedulian masyarakat dengan penyebaran hoax terhadap jumlah penyebar hoax

Berdasarkan gambar 5., ketika tingkat kepedulian masyarakat terhadap sumber berita berada pada level 10%-20%, nilai R_0 akan tetap melebihi 1 meskipun ketidakpedulian masyarakat yang paham hanya berada pada level 10%. Hal ini menandakan, meskipun orang yang paham mulai peduli dengan penyebaran hoax, jumlah penyebar hoax tetap tidak akan terkendali apabila masyarakat awam tidak peduli dengan sumber berita atau informasi. Sebaliknya, ketika kepedulian masyarakat terhadap sumber berita berada pada level 40%, nilai R_0 akan tetap kurang dari 1 meskipun tingkat ketidakpedulian masyarakat yang paham berada pada level 100%. Hal ini menandakan, meskipun tidak ada orang paham yang peduli dengan penyebaran hoax, ketika masyarakat menyadari pentingnya mencari tahu sumber berita, maka penyebar hoax dapat dikendalikan. Ketika masyarakat yang peduli dengan sumber berita berada pada level 30%,-40%, R_0 tetap akan bernilai kurang dari 1 apabila ketidakpedulian masyarakat yang lebih dari dari 50%.



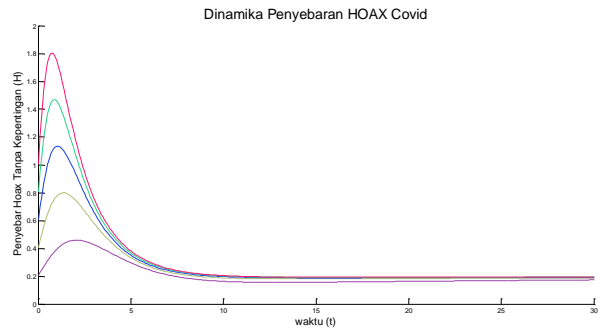
Gambar 5. Hubungan parameter c dan b terhadap R_0

2.7 Analisis Numerik

Dengan memilih nilai sebagai berikut:

- $A = 0,1$
- $b = 0,3$
- $d = 0,5$
- $e = 0,01$
- $a = 0,5$
- $c = 0,7$

diperoleh $R_0 = 1,0074 > 1$ dan dapat dilihat pada gambar 6



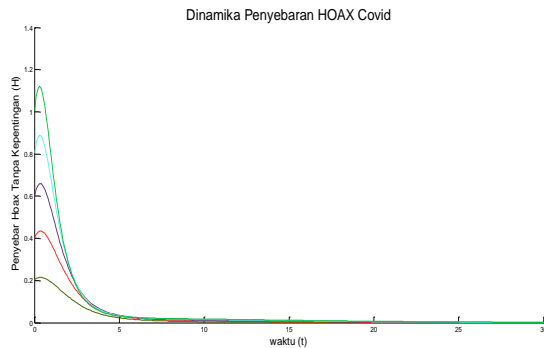
Gambar 6. Simulasi model untuk $R_0 > 1$

Berdasarkan gambar 6. Dengan memilih parameter yang menghasilkan $R_0 > 1$, akan diperoleh solusi yang menggambarkan akan selalu ada penyebar hoax tanpa kepentingan. Simulasi di atas menggunakan 5 nilai awal yang berbeda. Kurva solusi menunjukkan titik kesetimbangan endemik selalu stabil karena parameternya menghasilkan $R_0 > 1$ meskipun nilai awal kompartemen tiap simulasi berbeda. Hal ini terjadi karena kestabilan titik kesetimbangan tidak bergantung pada jumlah masing-masing kompartemen, tetapi bergantung dari nilai parameternya. Untuk menunjukkan hal ini, dilakukan simulasi kedua dengan memilih parameter yang menghasilkan $R_0 < 1$.

Dengan memilih nilai sebagai berikut:

$$\begin{aligned} A &= 0,05 \\ b &= 0,5 \\ d &= 0,5 \\ e &= 0,15 \\ a &= 0,2 \\ c &= 0,3 \end{aligned}$$

diperoleh $R_0 = 0,0830 > 1$ dan dapat dilihat pada gambar 7



Gambar 7. Simulasi model untuk $R_0 < 1$

Berdasarkan gambar 7. Dengan memilih parameter yang menghasilkan $R_0 < 1$, akan diperoleh solusi yang menggambarkan tidak akan ada penyebar hoax. Simulasi di atas menggunakan 5 nilai awal yang berbeda. Kurva solusi menunjukkan titik kesetimbangan bebas penyebar hoax selalu stabil karena parameternya menghasilkan $R_0 < 1$ meskipun nilai awal kompartemen tiap simulasi berbeda. Hal ini terjadi karena kestabilan titik kesetimbangan tidak bergantung pada jumlah masing-masing kompartemen, tetapi bergantung dari nilai parameternya.

IV. KESIMPULAN

Untuk mengatasi banyaknya penyebaran hoax selama masa wabah, pemerintah harus memprioritaskan dilakukannya sosialisasi dan edukasi kepada masyarakat baik terkait wabah COVID maupun terkait penggunaan media social yang benar. Peningkatan laju pertumbuhan masyarakat awam yang mencari informasi terkait wabah dapat berdampak buruk terhadap angka penyebaran hoax apabila pemerintah tidak melakukan sosialisasi dan edukasi yang radikal. Faktor kepedulian masyarakat terhadap sumber informasi dan berita memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap pengendalian berita dan informasi hoax dibandingkan ketidakpedulian masyarakat yang paham, penindakan tegas oleh aparat hukum, ataupun faktor kepentingan penyebar hoax. Oleh karena itu, sebaiknya pemerintah mulai menggalakkan edukasi penggunaan media sosial agar kedepannya tidak terjadi hal yang sama. Penindakan tegas terhadap pelaku penyebar hoax dapat menjadi alternatif akhir ketika jumlah penyebar hoax mulai tak terkendali karena masih kurangnya edukasi yang dilakukan selama ini sehingga masyarakat masih kurang peduli dengan sumber berita.

REFERENSI

- [1] WHO.2020. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report – 87 (16 April 2020).
- [2] Kemenkes RI. Situasi virus corona (COVID 19) Indonesia. url: www.covid19.go.id. Diakses pada tanggal 17 April 2020.
- [3] Juliswara, V. 2017. Mengembangkan Model Literasi Media yang Berbhinekaan dalam menganalisis informasi berita palsu (hoax) di media sosial. *Jurnal Pemikiran Sosiologi*;4(2):142-164.
- [4] Rahadi, D.R. 2017. Perilaku Pengguna dan Informasi HOAX di Media Sosial. *JMDK*;5(1):58-70.
- [5] Daley, DJ., dan Kendall,DG. 1965. Stochastic Rumours. *J.Inst.Maths Applies*;1:42-55.
- [6] Afassinou, K. 2014. Analysis of The Impact of Education Rate on The Rumour Spreading Mechanism. *Physica A*;2014:43-52.
- [7] Al-Tuwairqi,S.,Al-Sheikh,S., dan Al-Amoudi,R. 2015. Qualitative Analysis of Rumour Transmission Model with Incubation Mechanism. *Open Access Library Journal*;2:e2040.
- [8] Hosni, A.I.E., Li,K., dan Ahmad, S. 2018. Analysis of The Impact of Online Social Networks Addiction on The Propagation of Rumours. *Physica A*;2018.
- [9] Ndi, M.Z., Carnia, E., dan Supriatna, A.K. 2018. *Mathematical Models for Spread of Rumours: A Review*.
- [10] Diekmann, O., Heesterbeek, J.A.P., dan Roberts,M.G. 2010. *The Construction of Next Generation Matrices for Compartmental Epidemic Model*. *J.R.Soc. Interface*;7:873-885.
- [11] Driesche, PvD. 2017. Reproduction Numbers of Infectious Disease Models. *Infectious Disease Modelling* 2;2017:288-303.
- [12] Nur, Wahyudin, dkk. 2018. SIR Model Analysis for Transmission of Dengue Fever Disease with Climate Factors Using Lyapunov Function. *Proceeding on International Conference on Statistics, Mathematics, Teaching, and Research (ICSMTR 2017)*. 9-10 Oktober 2017. Makassar, Indonesia.