

Model dinamika penyebaran pemilih dengan menggunakan pendekatan epidemiologi

Benny Yong*

Jurusan Matematika, Prodi Sarjana Matematika, Universitas Katolik Parahyangan,
Bandung, Indonesia

*Penulis Korespondensi: benny_y@unpar.ac.id

Abstract. In a world full of uncertainty, it is necessary to have scientific studies that can be used to predict various things in various fields of life that can help the government and stakeholders in making policies that are right on target. The predictions of this scientific study are built from a mathematical modeling. Mathematical modeling has been widely used in various fields, even in politics. One of the expected achievements of the mathematical model in the political field is that it can be used to see the dynamics of the distribution of voters in a presidential election. In the presidential and vice presidential elections, candidate pairs and their supporting parties play an important role in luring voters to vote for them on election day. Just as in an infectious disease that can spread and infect humans very quickly, presidential and vice presidential candidates can massively promote themselves through various means with the support of political parties to get as many votes as possible from the voters. In this study, a dynamic model of the distribution of voters will be built using an epidemiological approach. The model to be used is the SIR epidemic model. The model will use a system of differential equations involving three classes of voters, namely neutral voters who have not made their choice, voters who gravitate towards certain presidential and vice presidential candidate pairs, and voters who are apathetic. This model is expected to be used to predict the number of voters in a presidential election.

Keywords: mathematical modeling; population dynamics; epidemic model of SIR

1. Pendahuluan

Tahun 2019 merupakan tahun keempat pemilihan umum (PEMILU) langsung diadakan di Indonesia. Pemilihan legislatif (pileg) dan pemilihan presiden (pilpres) diadakan pada hari yang sama, yaitu tanggal 17 April 2019. Pada pemilihan presiden 2019 ini terdapat dua kandidat yang bersaing menjadi presiden Indonesia periode 2019-2024. Kedua pasangan kandidat presiden dan wakil presiden itu adalah Joko Widodo-Ma'ruf Amin dan Prabowo Subianto-Sandiaga Uno. Pasangan Jokowi-Ma'ruf didukung oleh tujuh partai politik antara lain Partai Demokrasi Indonesia Perjuangan (PDIP), Partai Golongan Karya (GOLKAR), Partai Nasional Demokrat (NASDEM), Partai Persatuan Pembangunan (PPP), Partai Hati Nurani Rakyat (HANURA), Partai Kebangkitan Bangsa (PKB), dan Partai Kesatuan dan Persatuan Indonesia (PKPI). Sedangkan pasangan Prabowo-Hatta didukung oleh empat partai politik, yaitu Partai Gerakan Indonesia Raya (GERINDRA), Partai Keadilan Sosial (PKS), Partai Demokrat (PD), dan Partai Amanat Nasional (PAN). Kedua pasangan calon presiden dan wakil presiden berusaha untuk mendapatkan suara sebanyak-banyaknya dari para pemilih. Para partai politik pendukung calon presiden dan wakil presiden juga berusaha merebut hati para pemilih untuk mendapatkan perolehan suara yang maksimal bagi pasangan calon presiden dan wakil presiden yang diusungnya dengan melakukan kampanye yang masif. Penting sekali bagi para pasangan calon presiden-wakil presiden dan partai pendukungnya untuk mengetahui dinamika penyebaran pemilih sebelum hari pemilihan agar dapat disusun sebuah strategi untuk memperoleh kemenangan.

Pemodelan matematika merupakan suatu cara untuk memahami matematika melalui masalah dalam kehidupan sehari-hari yang direpresentasikan dalam suatu model matematika. Model matematika dapat dikaitkan dengan permasalahan di bidang teknik, ekonomi, biologi, bahkan politik. Model epidemik merupakan model matematika yang dikaitkan di dalam bidang biologi. Dengan beberapa asumsi dan hipotesis serta menggunakan data riil, dapat diformulasikan suatu model matematika.

Model matematika ini dapat digunakan untuk memprediksi suatu masalah. Prediksi hasil kajian ilmiah ini dapat digunakan oleh pemangku kepentingan untuk mengambil sebuah kebijakan.

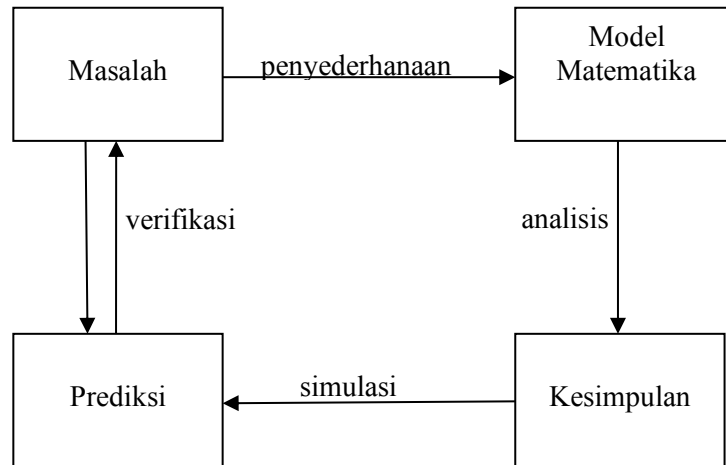
Selama beberapa tahun, model-model matematika di dalam bidang epidemiologi dikembangkan dan digunakan secara luas untuk beberapa penyakit menular untuk melihat dinamika penyebaran populasi akibat penyakit menular itu, seperti untuk penyakit demam berdarah (Esteva dan Vargas, 1998), TBC (Feng dkk., 2000), SARS (Efelin dkk., 2016), flu (Chowell, 2005), HIV/AIDS (Yong, 2007; Cai dkk., 2009), dan MERS-CoV (Xia dkk., 2015; Yong dan Owen, 2016). Beberapa model epidemik antara lain model *Susceptible-Infected (SI)*, model *Susceptible-Infected-Recovered (SIR)*, dan model *Susceptible-Exposed-Infected-Recovered (SEIR)*. Kelompok individu *susceptible* adalah kelompok individu sehat yang rentan terkena penyakit, kelompok individu *exposed* adalah kelompok individu yang telah terinfeksi tetapi belum tampak gejalanya, kelompok individu *infected* adalah kelompok individu yang terinfeksi dan dapat menularkan penyakit, sedangkan kelompok individu *recovered* adalah kelompok individu yang telah sembuh dari penyakitnya. Seperti halnya pada penyakit menular yang begitu cepat penyebarannya dikarenakan adanya kontak antara individu sehat yang rentan dengan individu yang terinfeksi dan dapat menularkan penyakit, pada pemilihan presiden para pasangan calon presiden-wakil presiden dan partai pendukungnya dapat memikat para pemilih netral yang belum mempunyai pilihan melalui kampanye yang masif.

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan suatu model matematika untuk dinamika penyebaran pemilih pada pemilihan presiden dengan menggunakan pendekatan epidemiologi. Model matematika yang akan dibentuk menggunakan pendekatan ini didasari pada kesamaan karakteristik dari masalah yang dikerjakan pada model epidemik. Model epidemik yang akan digunakan adalah model *SIR*. Solusi yang diperoleh dari model ini adalah banyaknya pemilih untuk setiap kandidat presiden dan wakil presiden. Dari model ini, kandidat presiden dan wakil presiden beserta partai pendukungnya dapat menentukan strategi untuk meraih suara pemilih yang dapat berubah setiap saat.

2. Metode

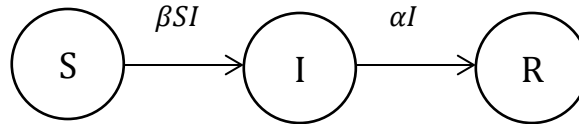
Pemodelan matematika adalah proses untuk membangun suatu model matematika untuk menggambarkan dinamika perubahan dari suatu sistem (Giordano dkk., 2008). Model matematika ini dapat diaplikasikan ke dalam berbagai bidang, salah satunya dalam bidang epidemiologi. Proses pemodelan dapat digambarkan seperti pada Gambar 1. Masalah nyata yang tersedia disederhanakan melalui model matematika kemudian dianalisis dan diperoleh kesimpulan sementara. Simulasi dari model matematika menghasilkan sebuah prediksi yang perlu diverifikasi terhadap hasil riilnya. Untuk menghasilkan prediksi yang lebih baik, perlu dilakukan perbaikan model dengan menyesuaikan beberapa asumsi. Kemudian proses ini berulang kembali sampai dihasilkan sebuah prediksi yang lebih baik.

Pada penelitian ini, model dinamika penyebaran pemilih akan menggunakan model epidemik *SIR* yang diperkenalkan oleh Kermack dan McKendrick pada tahun 1927 dan pertama kali digunakan untuk melihat dinamika penyebaran populasi akibat penyakit menular. Model ini memuat suatu sistem persamaan diferensial yang menggambarkan perubahan pada banyaknya individu yang sehat (*Susceptible*), banyaknya individu yang terinfeksi penyakit menular (*Infected*), dan banyaknya individu yang sembuh/dikarantina (*Recovered/Removed*) dalam sebuah populasi (Brauer, 2008 dan Hethcote, 1994). Saat ini, model epidemik ini telah dikembangkan dan diperluas dengan tambahan kompartemen, seperti model epidemik *SEIR* yang pernah ditulis oleh Lekone dan Finkenstadt (2006) dan model *SVIR* oleh Liu dkk. (2008).



Gambar 1. Proses pemodelan (Brauer, 2009)

Model *SIR* yang disajikan pada Gambar 2 melibatkan tiga kompartemen, yaitu *Susceptible* (*S*), *Infected* (*I*), dan *Recovered/Removed* (*R*). Awalnya individu yang sehat terinfeksi oleh individu yang sakit, sehingga banyaknya individu sehat akan menurun dan banyaknya individu sakit akan bertambah. Ketika individu yang sakit menjadi sembuh, maka banyaknya individu sembuh (*R*) menjadi bertambah. Parameter β menyatakan laju transmisi individu sehat menjadi individu sakit yang dipengaruhi oleh banyaknya kontak antara kedua individu dan peluang sukses terjadinya infeksi karena kontak, sedangkan parameter α merupakan laju sembuh dari individu sakit ke individu sembuh yang bergantung pada durasi rata-rata infeksi.



Gambar 2. Model *SIR*

Secara matematika, model *SIR* dituliskan menggunakan persamaan diferensial biasa yang merupakan model deterministik dengan waktu kontinu. Laju perubahan untuk setiap kompartemen bergantung pada waktu, dan ditulis sebagai berikut:

$$\begin{cases} \frac{dS(t)}{dt} = -\beta \frac{S(t)I(t)}{N(t)} \\ \frac{dI(t)}{dt} = \beta \frac{S(t)I(t)}{N(t)} - \alpha I(t) \\ \frac{dR(t)}{dt} = \alpha I(t) \end{cases}$$

Dengan $N(t) = S(t) + I(t) + R(t)$ adalah total populasi. Karena jumlah semua laju perubahan terhadap waktu untuk tiga kompartemen itu adalah nol, maka total populasi bernilai konstan,

$$\frac{dN(t)}{dt} = \frac{dS(t)}{dt} + \frac{dI(t)}{dt} + \frac{dR(t)}{dt} = 0$$

Tulis $N(t) = N$. Perhatikan bahwa

$$\frac{dI(t)}{dS(t)} = \frac{\frac{\beta S(t)I(t)}{N} - \alpha I(t)}{-\frac{\beta S(t)I(t)}{N}} = -1 + \frac{\alpha N}{\beta S(t)}$$

$$dI(t) = \left(-1 + \frac{\alpha N}{\beta S(t)}\right) dS(t)$$

Integralkan kedua ruas

$$\int dI(t) = \int \left(-1 + \frac{\alpha N}{\beta S(t)}\right) dS(t)$$

$$I(t) = -S(t) + \frac{\alpha N}{\beta} \ln S(t) + C$$

$$S(t) + I(t) - \frac{\alpha N}{\beta} \ln S(t) = C = S(0) + I(0) - \frac{\alpha N}{\beta} \ln S(0)$$

$$I(t) = -S(t) + \frac{\alpha N}{\beta} \ln S(t) + S(0) + I(0) - \frac{\alpha N}{\beta} \ln S(0)$$

Dengan cara serupa,

$$\frac{dS(t)}{dR(t)} = -\frac{\frac{\beta S(t)I(t)}{N}}{\alpha I(t)} = -\frac{\beta S(t)}{N\alpha}$$

$$\int \frac{dS(t)}{S(t)} = \int -\frac{\beta}{N\alpha} dR(t)$$

$$\ln|S(t)| = -\frac{\beta}{N\alpha} R(t) + C$$

$$S(t) = e^{-\frac{\beta}{N\alpha} R(t)} \times e^C$$

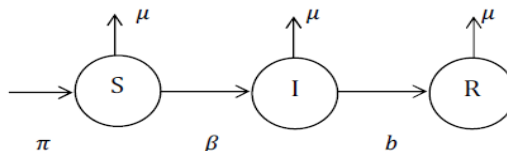
$$S(t) = e^{-\frac{\beta}{N\alpha} R(t)} \times S(0) e^{\frac{\beta}{N\alpha} R(0)}$$

$$S(t) = S(0) e^{-\frac{\beta}{N\alpha} (R(t) - R(0))} > 0, \forall t$$

Dari hasil di atas, dapat ditentukan solusi implisit dari model *SIR*, karena kompartemen yang satu bergantung pada kompartemen yang lainnya. Pada bagian selanjutnya akan dibentuk model dinamika penyebaran pemilih dengan menggunakan pendekatan epidemiologi melalui model epidemik *SIR*.

3. Hasil dan Pembahasan

Dinamika dari pemilih pasangan presiden-wakil presiden pada Gambar 3 dimodelkan menggunakan sistem persamaan diferensial yang terdiri dari tiga kelas pemilih, yaitu pemilih netral yang belum menentukan pilihan $S(t)$, pemilih yang condong pada pilihan tertentu atau mendukung pasangan calon tertentu $I(t)$, dan pemilih yang apatis $R(t)$, dengan $V(t) = S(t) + I(t) + R(t)$ adalah total pemilih yang diasumsikan bernilai konstan.



Gambar 3. Model pemilih tokoh politik *SIR*

Beberapa karakteristik atau asumsi pada model epidemik *SIR* dapat dikaitkan dengan model dinamika penyebaran pemilih. Pada model *SIR*, total populasi bernilai konstan, individu yang lahir

diasumsikan masuk ke dalam kelas individu rentan, individu yang terinfeksi dapat menularkan penyakit melalui kontak dengan individu yang rentan, individu terinfeksi dapat menjadi individu sembuh, individu yang sembuh diasumsikan mempunyai imunitas, dan ukuran populasi dianggap cukup besar. Pada model dinamika penyebaran pemilih, total pemilih diasumsikan bernilai konstan, pemilih pemula yang sudah berhak untuk memilih diasumsikan masuk ke dalam kelas pemilih netral yang belum menentukan pilihan, pemilih netral yang belum menentukan pilihan dapat mendukung ke salah satu pasangan calon presiden dan wakil presiden tertentu karena adanya kontak dengan pemilih yang sudah mempunyai pilihan misalkan melalui kampanye, individu yang condong pada pasangan calon tertentu dapat merasa bosan terhadap pilihannya dan menjadi individu yang apatis, pemilih apatis mungkin tidak akan melakukan pilihannya pada hari pemilihan, dan ukuran populasi pemilih diasumsikan cukup besar.

Gambar 3 juga menjelaskan pergerakan pemilih dari pemilih netral yang belum menentukan pilihan ke pemilih yang condong pada pilihan tertentu dan pergerakan pemilih dari pemilih yang condong pada pilihan tertentu ke pemilih apatis. Pergerakan tersebut dijelaskan sebagai berikut. Terdapat π orang per tahun yang masuk ke dalam kelas pemilih netral yang belum menentukan pilihan. Setiap individu pada kelas pemilihnya masing-masing mempunyai usia minimal yang ditentukan oleh undang-undang agar berhak untuk memilih dengan laju kedewasaan per tahun sebesar μ . Laju setiap individu yang masuk atau keluar dari populasi diasumsikan sebesar μ ini. Pemilih netral yang belum menentukan pilihan akan berpindah menjadi pemilih yang condong atau mendukung pasangan tertentu dikarenakan kontak dengan pemilih yang sudah mempunyai pilihan dengan laju penyebaran per orang per tahun sebesar β . Sedangkan pemilih yang sudah mempunyai pilihan akan berpindah ke pemilih yang apatis dengan laju kebosanan per tahun sebesar b .

Secara matematika, model dinamika penyebaran pemilih ini dapat ditulis sebagai sebuah sistem persamaan diferensial sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\frac{dS(t)}{dt} &= \pi - \mu S(t) - \frac{\beta S(t)I(t)}{V(t)} \\ \frac{dI(t)}{dt} &= \frac{\beta S(t)I(t)}{V(t)} - \mu I(t) - bI(t) \\ \frac{dR(t)}{dt} &= bI(t) - \mu R(t)\end{aligned}$$

dengan daerah asal dari model adalah $\Omega = \{(S(t), I(t), R(t)) \in \mathbb{R}^3 | 0 < S(t) + I(t) + R(t) \leq V\}$ dan kondisi awal adalah $S(0) > 0$, $I(0) \geq 0$, dan $R(0) \geq 0$. Karena total pemilih diasumsikan konstan, maka

$$\frac{dV(t)}{dt} = \frac{dS(t)}{dt} + \frac{dI(t)}{dt} + \frac{dR(t)}{dt} = \pi - \mu S(t) - \mu I(t) - \mu R(t) = 0$$

sehingga

$$V(t) = S(t) + I(t) + R(t) = \frac{\pi}{\mu}$$

Model yang dibangun ini dapat digunakan untuk memprediksi banyaknya pemilih pasangan presiden-wakil presiden. Para pendukung pasangan presiden-wakil presiden dapat melakukan strategi yang tepat dengan melihat dinamika penyebaran pemilih sebelum hari pemilihan dilakukan.

4. Penutup

Penelitian ini menghasilkan sebuah model deterministik untuk melihat dinamika penyebaran pemilih pada pemilihan umum presiden. Model dibentuk dengan menggunakan pendekatan model epidemiologi. Model epidemik yang digunakan adalah model *SIR* dengan beberapa asumsi dan karakteristik yang dapat dikaitkan dengan model dinamika penyebaran pemilih. Model dinamika penyebaran pemilih dapat digunakan untuk memprediksi banyaknya pemilih pasangan presiden-wakil presiden. Interaksi antar pemilih, motivasi diri, dan pengaruh media dapat dilibatkan dalam model ini sehingga prediksi yang dihasilkan dapat menjadi lebih baik.

Daftar Pustaka

- Brauer, F. (2008). Compartmental models in epidemiology, in *Mathematical epidemiology*, volume 1945 of Lecture Notes in Math, pp. 19-79, Berlin: Springer.
- Brauer, F. (2009). Review: Mathematical epidemiology is not an oxymoron, *BMC Public Health*, 9(Suppl I):S2.
- Cai, L., Li, X., Ghosh, M., & Guo, B. (2009). Stability analysis of an HIV/AIDS epidemic model with treatment, *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 229, pp. 313-323.
- Chowell, G., Ammon, C.E., Hengartner, N.W., & Hyman, J.M. (2005). Transmission dynamics of the great influenza pandemic of 1918 in Geneva, Switzerland: assessing the effects of hypothetical interventions, *Journal of Theoretical Biology*.
- Efelin, P., Yong, B., & Owen, L. (2016). Model Penyebaran Penyakit SARS dengan Pengaruh Vaksinasi. *Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 11, pp. 77-85.
- Esteva, L. & Vargas, C. (1998). Analysis of a dengue disease transmission model. *Mathematical Biosciences*, 150, pp. 131-151.
- Feng, Z., Castillo-Chavez, C. & Capurro, A.F. (2000). A model for tuberculosis with exogenous reinfection, *Theoretical Population Biology*, 57, pp. 235-247.
- Giordano, F.R., Fox, W.P., Horton, S.B., & Weir, M.D. (2008). *A first course in mathematical modeling* (4th ed.), Brooks/Cole.
- Hethcote, H.W. (1994). A thousand and one epidemic models, *Frontiers in Theoretical Biology*, 100, pp. 504-515.
- Lekone, E.P. & Finkenstadt, B.F. (2006). Statistical inference in a stochastic epidemic SEIR model with control intervention: ebola as a case study, *Biometrics*, 62, 1170-1177.
- Liu, X., Takeuchi, Y. & Iwami, S. (2008). SVIR epidemic models with vaccination strategies, *Journal of Theoretical Biology*, 253, pp. 1-11.
- Xia, Z.Q, Zhang, J., Xue, Y.K., Sun, G.Q., & Jin, Z. (2015). Modeling the transmission of middle east respirator syndrome corona virus in the republic of Korea, *PLoS ONE*, 10(12).
- Yong, B. (2007). Model Penyebaran HIV dalam Sistem Penjara. *Jurnal MIPA: Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, dan Pengajarannya*, 36(1), pp. 31-47.
- Yong, B. & Owen, L. (2016). Dynamical Transmission Model of MERS-CoV in Two Areas. *AIP Conference Proceedings*, 1716, <http://dx.doi.org/10.1063/1.4942993>