



**PEMODELAN SEIR PADA PERILAKU PEMBELIAN ALBUM FISIK NCT DI  
KOMUNITAS NCTZEN JOGJA**

***SEIR MODELING ON NCT PHYSICAL ALBUM PURCHASING BEHAVIOR IN THE  
NCTZEN JOGJA COMMUNITY***

Safira Amalia Salsabila, Prodi Matematika FMIPA UNY  
Fitriana Yuli Saptaningtyas\*, Prodi Matematika FMIPA UNY  
\*e-mail: fitrianatya@uny.ac.id

**Abstrak**

Penggemar K-Pop memiliki tren tersendiri yaitu adanya pembelian album fisik idola di tengah populernya layanan musik *streaming* seperti Spotify dan Youtube. Salah satu idola K-Pop dengan pembelian album fisik yang tinggi adalah NCT. Ada banyak faktor yang menyebabkan penggemar NCT atau biasa disebut NCTzen menjadi kecanduan membeli album fisik NCT. Penelitian ini bertujuan untuk membangun model matematika pada perilaku pembelian album fisik NCT. Model yang digunakan adalah model SEIR (*Susceptible-Exposed-Infected-Recovered*) karena dalam penularannya terdapat gejala kecanduan album fisik NCT atau periode laten. Langkah-langkah dalam penelitian ini dimulai dengan menyebar kuesioner kepada anggota komunitas NCTzen Jogja yang kemudian dimodelkan dengan model SEIR. Model akan dianalisis untuk dicari titik ekuilibrium, kestabilan titik ekuilibrium, dan bilangan reproduksi dasar serta simulasi menggunakan aplikasi Maple 18. Model yang diperoleh berupa sistem persamaan diferensial nonlinear dimensi empat yang mempunyai satu titik ekuilibrium bebas kecanduan dan satu titik ekuilibrium kecanduan. Menggunakan analisa bilangan reproduksi dasar akan bebas kecanduan album fisik NCT jika parameter kenaikan pajak  $\theta > 0,08155$  atau parameter *Sustainability Forum*  $\omega > 0,07955$  ataupun jika tingkat perpindahan dari individu terpapar ke individu terinfeksi bernilai  $\beta < 0,001934$ .

**Kata kunci:** Model SEIR, album fisik NCT.

**Abstract**

*K-Pop fans have their own trend of buying physical idol albums amid the popularity of streaming music services such as Spotify and Youtube. One of the K-Pop idols with high physical album purchases is NCT. There are many factors that cause NCT fans or commonly called NCTzen to become addicted to buying NCT physical albums. This study aims to build a mathematical model on NCT's physical album buying behavior. The model used is the SEIR (Susceptible-Exposed-Infected-Recovered) model because in its transmission there are symptoms of NCT physical album addiction or latent periods. The steps in this study began by distributing questionnaires to NCTzen Jogja community members which were then modeled with the SEIR model. The model will be analyzed to find the equilibrium point, equilibrium point stability, and basic reproduction number as well as simulations using the Maple 18 application. The model obtained is a four-dimensional nonlinear differential equation system that has one addiction-free equilibrium point and one addiction-free equilibrium point. Using basic reproduction number analysis will be addiction-free NCT physical albums if the parameters of the tax increase  $\theta > 0,08155$  or the parameters of the Sustainability Forum  $\omega > 0,07955$  or if the rate of movement from exposed individuals to infected individuals is  $\beta < 0,001934$ .*

**Keywords:** SEIR Model, NCT physical album.

## PENDAHULUAN

Salah satu musik yang tidak asing lagi di kancah internasional adalah K-Pop yang merupakan aliran musik yang berasal dari Korea Selatan. Sejak berkembangnya K-Pop, terdapat tren yang diikuti oleh penggemar. Salah satunya adalah membeli album fisik idola K-Pop di tengah kepopuleran aplikasi musik yang dapat mempermudah mendengarkan musik seperti Spotify dan Youtube.

Album fisik adalah sebuah kumpulan musik yang terkompilasikan langsung dalam bentuk CD (*Compact Disk*), piringan hitam (*vynil*), dan kaset pita (*tape*) yang ditujukan langsung untuk pendengarnya (Sirizar, 2017). Berbeda dengan album fisik pada umumnya yang hanya berupa CD, piringan hitam, atau kaset pita, dalam album fisik K-Pop terdapat banyak pernik-pernik sebagai pelengkap album. Biasanya dalam album fisik K-Pop terdapat poster, *photocard*, *postcard*, foto polaroid, stiker, dan sebagainya.

Menurut Kartika dan Sudrajat (2022), penggemar K-Pop pada umumnya merupakan penggemar yang loyal. Apabila idola K-Pop merilis album, maka penggemar akan membeli album fisik mereka sebagai bentuk dukungan dan apresiasi bahwa mereka telah merilis musik yang dapat memberikan dampak positif bagi penggemar.

Keunikan dari album fisik idola K-Pop yaitu dengan membeli album fisik, penggemar akan mendapatkan undian untuk dapat bertemu dengan idola mereka atau biasa disebut dengan *fansign*. Semakin banyak membeli album fisik, semakin besar kesempatan untuk bertemu dengan idola K-Pop. Sebelum pandemi Covid-19, *fansign* dilakukan secara langsung dan hanya diadakan di Korea Selatan. Akan tetapi, semenjak adanya pandemi Covid-19, *fansign* mulai dilakukan secara *online* melalui *video call* yang dapat diakses oleh penggemar internasional. Hal ini menyebabkan penggemar kecanduan membeli album fisik demi dapat bertemu dengan idola mereka.

Penggemar yang kecanduan membeli album fisik rela memesan album jauh-jauh hari bahkan sebelum album fisik resmi mulai dijual dengan sistem *pre order*. Sistem ini sering disebut dengan *early pre order* atau tabungan album. Penggemar mengikuti sistem *early pre order* atau tabungan album agar uang yang digunakan untuk membeli album tidak digunakan untuk membelanjakan keperluan lain. Mereka dapat membayar sebagian harga album terlebih dahulu sesuai ketentuan yang diberikan penjual dan membayar sisanya ketika album fisik sudah tiba di Indonesia.

Indonesia merupakan salah satu importir terbesar album fisik K-Pop. Dikutip dari Korea JoongAng Daily, menurut statistik perdagangan Layanan Bea Cukai Korea, ekspor album K-Pop melonjak 119,9% hingga US\$173,948 juta dalam sembilan bulan pertama tahun 2021 dari periode yang sama tahun sebelumnya menjadi tanda popularitas album K-Pop di luar negeri. Jepang merupakan importir terbesar, diikuti oleh China, Amerika Serikat, Indonesia, Taiwan, dan Thailand.

Salah satu idola K-Pop dengan penjualan album fisik yang fantastis yaitu NCT (*Neo Culture Technology*). NCT adalah idola K-Pop yang berada di bawah naungan agensi SM Entertainment. Berdasarkan laporan dari SM Entertainment, NCT sukses merilis album sepanjang tahun 2021 dengan total penjualan album fisik sebanyak 10,9 juta album.

Selain karena meluasnya jangkauan *fansign*, tingginya penjualan album disebabkan oleh banyak faktor. Penggemar NCT atau biasa disebut NCTzen, memiliki tren tersendiri dibandingkan dengan penggemar idola K-Pop yang lain yaitu adanya tren mengoleksi *photocard*. Pada setiap album fisik NCT hanya terdapat satu *photocard* acak dari sekian banyak anggota NCT. Oleh karena itu, NCTzen rela membeli banyak album fisik untuk mengoleksi atau mendapatkan *photocard* anggota yang diinginkan.

Tampaknya, hal tersebut dimanfaatkan oleh agensi mereka untuk terus menaikkan penjualan album fisik NCT dengan mengeluarkan banyak versi album fisik dan adanya

*photocard* edisi terbatas. Hal tersebut membuahkan hasil dengan terus melonjaknya penjualan album fisik NCT di setiap perilisan album akibat NCTzen kecanduan membeli album fisik.

Akibat NCTzen kecanduan membeli album fisik NCT, banyak NCTzen yang berkurang kewaspadaannya dalam membeli album fisik. Hal ini dimanfaatkan oleh oknum yang tidak bertanggung jawab untuk melakukan penipuan album fisik NCT. Hampir di setiap perilisan album fisik NCT selalu ada oknum yang memanfaatkan kesempatan ini untuk melakukan penipuan. Terkadang, banyak NCTzen yang gelap mata akan harga album yang murah sehingga menjadi korban penipuan. Korban dari setiap oknum penipuan bahkan terkadang mencapai ratusan orang dengan total kerugian mencapai puluhan juta rupiah. Tidak ada jaminan bahwa setiap penjual dapat dipercaya walaupun telah menunjukkan foto KTP atau identitas lainnya. Oleh karena itu, NCTzen harus sangat berhati-hati dalam membeli album fisik NCT.

Pasar NCT yang besar di Indonesia membuat produk lokal menjadikan mereka sebagai model iklan mulai dari *e-commerce* (Shopee, Lazada, Tokopedia, BliBli), makanan dan minuman (Neo Coffee, Nu Green Tea, Lemonilo, TosTos), hingga kosmetik (Somethinc). Banyaknya produk yang menjadikan NCT sebagai model iklan produk lokal dikhawatirkan dapat menggeser artis dalam negeri sehingga penting untuk mengkaji kasus perilaku pembelian album fisik NCT.

Bagi NCTzen yang belum mampu untuk membeli album fisik NCT, terkadang mereka mengikuti *giveaway* album fisik NCT. *Giveaway* adalah acara yang diselenggarakan dalam upaya untuk membagikan produk secara gratis (Puspitarini & Nuraeni, 2019). Dalam hal ini, produk gratis tersebut adalah album fisik NCT. *Giveaway* album fisik NCT terkadang diadakan oleh NCTzen yang memiliki album berlebih atau diadakan oleh pelaku usaha sebagai media promosi.

Kasus perilaku pembelian album fisik NCT ini dapat dimodelkan dengan model SEIR (*Susceptible, Exposed, Infected, Recovered*). Model SEIR adalah salah satu pengembangan model epidemi dari model SIR yang pertama kali dikenalkan oleh Kermack dan Mc Kendrick (1927) dalam makalahnya “*A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics*”, yang kemudian kemudian berperan penting dalam perkembangan matematika epidemi (Iswanto, 2012).

Model SEIR dapat digunakan untuk memodelkan perilaku pembelian album fisik NCT oleh NCTzen karena dalam proses penularannya mempunyai periode laten di mana terdapat NCTzen menunjukkan gejala kecanduan membeli album. Selanjutnya akan diformulasikan model matematika untuk empat kelas populasi yaitu *Susceptible* (S), *Exposed* (E), *Infected* (I), dan *Recovered* (R).

Penerapan model SEIR pada kasus kecanduan terus dikembangkan untuk memperoleh ketelitian yang lebih besar. Beberapa penelitian sebelumnya antara lain Fatahillah, Istiqomah, & Dafik (2021) yang memodelkan kasus kecanduan *game online* pada siswa SMKN 1 Jember, Indah & Maulana (2022) memformulasikan model kecanduan TikTok pada mahasiswa FMIPA UNESA, dan Side et al. (2020) menerapkan model SEIR kecanduan *game online* pada siswa SMP Negeri 3 Makassar.

Di Yogyakarta, popularitas NCT tergolong tinggi dengan adanya salah satu komunitas NCTzen di Yogyakarta yaitu NCTzen Jogja. Komunitas tersebut telah mengadakan banyak acara yang berkaitan dengan NCT dan banyak anggota yang memperjualbelikan album fisik NCT. Oleh karena itu, peneliti mengkaji perilaku pembelian album fisik yang ada pada komunitas NCTzen Jogja dengan membangun model matematika SEIR.

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian terapan yaitu penelitian yang bertujuan untuk memecahkan masalah-masalah praktis atau menghasilkan produk baru (Mulyatiningsih, 2011:50). Langkah-langkah yang diterapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Melakukan studi pustaka, pengamatan, dan wawancara yang berkaitan tentang perilaku pembelian album fisik NCT dan model SEIR.
2. Menentukan asumsi yang akan digunakan pada penelitian.
3. Memodelkan perilaku pembelian album fisik NCT dengan model SEIR yang terbagi menjadi kelas-kelas rentan (*Susceptible*), terpapar (*Exposed*), terinfeksi (*Infected*), dan sembuh (*Recovered*).
4. Menyusun dan membagikan kuesioner yang telah divalidasi oleh dosen pembimbing mengenai perilaku pembelian album fisik NCT dengan parameter kenaikan pajak dan SM Sustainability Forum kepada anggota komunitas NCTzen Yogyakarta sebagai responden.
5. Menganalisis data hasil kuesioner perilaku pembelian album fisik NCT untuk memperoleh nilai awal dan parameter.
6. Menganalisis titik ekuilibrium, mengidentifikasi jenis kestabilan titik ekuilibrium, dan menentukan bilangan reproduksi dasar.
7. Membuat simulasi model SEIR dengan menggunakan Maple 18.
8. Membuat kesimpulan dan saran.

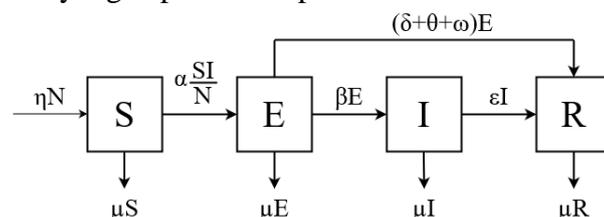
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Model Matematika SEIR Perilaku Pembelian Album Fisik NCT

Penelitian dilakukan pada seluruh anggota komunitas NCTzen Jogja yang berjumlah 300 orang dengan membangun model SEIR yang disesuaikan dengan perilaku pembelian album fisik NCT di komunitas NCTzen Jogja dengan asumsi sebagai berikut.

1. *Susceptible* (S) adalah individu rentan, merupakan individu baik yang tertarik maupun tidak untuk membeli album fisik NCT yang telah bergabung dengan komunitas NCTzen Jogja.
2. *Exposed* (E) adalah individu terpapar, merupakan individu yang membeli album fisik NCT dengan intensitas jarang dengan memiliki 1-10 album fisik NCT atau individu yang tidak memiliki album namun mengikuti *giveaway* album fisik NCT dalam rentang waktu tiga bulan. Individu terpapar dapat langsung sembuh tanpa menjadi individu terinfeksi.
3. *Infected* (I) adalah individu terinfeksi, yaitu individu yang kecanduan membeli album fisik NCT dengan kriteria membeli album lebih dari 10 dalam rentang waktu tiga bulan.
4. *Recovered* (R) adalah individu sembuh, merupakan individu terpapar yang sudah tidak lagi membeli 1-10 album fisik NCT atau individu yang telah berhenti mengikuti *giveaway* album fisik NCT dalam rentang waktu tiga bulan ataupun individu terinfeksi yang sudah tidak lagi kecanduan dengan berhenti membeli lebih dari 10 album fisik NCT dalam rentang waktu tiga bulan. Individu yang telah sembuh tidak dapat kembali rentan (*Susceptible*).
5. Populasi tertutup dengan total populasi  $N = S(t) + E(t) + I(t) + R(t)$  dan  $\frac{dN}{dt} = 0$  serta tingkat masuk dan keluar komunitas NCTzen Jogja diasumsikan sama.

Berdasarkan asumsi maka diperoleh model SEIR pada perilaku pembelian album fisik NCT dalam bentuk skema yang dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Skema Model SEIR pada perilaku pembelian album fisik NCT

Skema model SEIR pada Gambar 1 dapat ditafsirkan sebagai sistem persamaan (1) dan penjelasan variabel serta parameter yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = \eta N - \mu S - \alpha \frac{SI}{N}, \\ \frac{dE}{dt} = \alpha \frac{SI}{N} - \mu E - \beta E - (\delta + \theta + \omega)E, \\ \frac{dI}{dt} = \beta E - \mu I - \varepsilon I, \\ \frac{dR}{dt} = \varepsilon I - \mu R + (\delta + \theta + \omega)E. \end{cases} \quad (1)$$

**Tabel 1.** Variabel dan parameter yang digunakan

Variabel/ Parameter	Keterangan	Satuan
$S(t)$	Jumlah individu rentan	Individu
$E(t)$	Jumlah individu terpapar	Individu
$I(t)$	Jumlah individu terinfeksi	Individu
$R(t)$	Jumlah individu sembuh	Individu
$N$	Total populasi	Individu
$\eta$	Tingkat individu masuk komunitas NCTzen Yogyakarta	/hari
$\mu$	Tingkat individu keluar komunitas NCTzen Yogyakarta	/hari
$\alpha$	Tingkat perpindahan dari S ke E	/hari
$\beta$	Tingkat perpindahan dari E ke I	/hari
$\delta$	Tingkat perpindahan dari E ke R karena berhenti mengikuti giveaway album	/hari
$\theta$	Tingkat perpindahan dari E ke R karena kenaikan pajak	/hari
$\omega$	Tingkat perpindahan dari E ke R karena SM Sustainability Forum	/hari
$\varepsilon$	Tingkat kesembuhan	/hari

**Titik Ekuilibrium**

1. Titik ekuilibrium bebas kecanduan

$$E_0 = (S, E, I, R) = \left( \frac{\eta N}{\mu}, 0, 0, 0 \right)$$

2. Titik ekuilibrium kecanduan

$$E_1 = (S^*, E^*, I^*, R^*) = \left( \begin{array}{c} \frac{N(\mu + \beta + \delta + \theta + \omega)(\mu + \varepsilon)}{\alpha\beta}, \\ \frac{N(\alpha\eta\beta - (\mu + \beta + \delta + \theta + \omega)(\mu^2 + \mu\varepsilon))}{(\mu + \beta + \delta + \theta + \omega)\alpha\beta}, \\ \frac{N(\alpha\eta\beta - (\mu + \beta + \delta + \theta + \omega)(\mu^2 + \mu\varepsilon))}{(\mu + \beta + \delta + \theta + \omega)(\mu + \varepsilon)\alpha}, \\ \frac{(N(\alpha\eta\beta - (\mu + \beta + \delta + \theta + \omega)(\mu^2 + \mu\varepsilon))) (\varepsilon\beta + (\delta + \theta)(\mu + \varepsilon))}{(\mu + \beta + \delta + \theta + \omega)(\mu + \varepsilon)\alpha\beta\mu} \end{array} \right)$$

**Analisis Titik Ekuilibrium**

1. Analisis Titik ekuilibrium Bebas Kecanduan

Model SEIR perilaku pembelian album fisik NCT merupakan persamaan diferensial nonlinear. Oleh sebab itu, analisis kestabilan titik ekuilibrium bebas kecanduan ( $E_0$ ) dilakukan dengan melakukan linearisasi pada sistem persamaan (1). Matriks Jacobian dari titik ekuilibrium bebas kecanduan adalah sebagai berikut.

$$JE_0 = \begin{bmatrix} -\mu & 0 & \frac{-\alpha\eta}{\mu} & 0 \\ 0 & -(\mu + \beta + \delta + \theta + \omega) & \frac{\alpha\eta}{\mu} & 0 \\ 0 & \beta & -(\mu + \varepsilon) & 0 \\ 0 & \delta + \theta + \omega & \varepsilon & -\mu \end{bmatrix} \tag{2}$$

Kestabilan titik ekuilibrium bebas kecanduan ( $E_0$ ) diperoleh dengan mencari nilai eigen terlebih dahulu, yaitu

$$\det(\lambda I - JE_0) = 0$$

$$\Leftrightarrow \det \left( \lambda \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} -\mu & 0 & \frac{-\alpha\eta}{\mu} & 0 \\ 0 & -(\mu + \beta + \delta + \theta + \omega) & \frac{\alpha\eta}{\mu} & 0 \\ 0 & \beta & -(\mu + \varepsilon) & 0 \\ 0 & \delta + \theta + \omega & \varepsilon & -\mu \end{bmatrix} \right) = 0$$

$$\Leftrightarrow (\lambda + \mu) \left\{ (\lambda + \mu + \beta + \delta + \theta + \omega)(\lambda + \mu + \varepsilon)(\lambda + \mu) - \frac{\alpha\eta\beta}{\mu}(\lambda + \mu) \right\} = 0$$

Misalkan  $\lambda + \mu = X$ ,  $\beta + \delta + \theta + \omega = P$ , dan  $\frac{\alpha\eta\beta}{\mu} = Q$  maka diperoleh titik ekuilibrium bebas penyakit sebagai berikut yang akan stabil asimtotik jika semua nilai eigen bernilai negatif. Diperoleh empat nilai eigen sebagai berikut:

- 1)  $\lambda_1 = -\mu$ , semua parameter bernilai positif sehingga nilai eigen  $\lambda_1$  selalu bernilai negatif.
- 2)  $\lambda_2 = -\mu$ , semua parameter bernilai positif sehingga nilai eigen  $\lambda_2$  selalu bernilai negatif.
- 3)  $\lambda_3 = -\frac{1}{2}(\varepsilon + P + 2\mu - \sqrt{(\varepsilon + P)^2 - 4(\varepsilon P - Q)})$  dan  $\lambda_4 = -\frac{1}{2}(\varepsilon + P + 2\mu + \sqrt{(\varepsilon + P)^2 - 4(\varepsilon P - Q)})$  akan bernilai negatif jika dipenuhi syarat  $\varepsilon P > Q$ .

Oleh sebab itu, titik ekuilibrium bebas kecanduan ( $E_0$ ) pada model SEIR perilaku pembelian album fisik NCT akan stabil asimtotik jika memenuhi syarat  $\varepsilon P > Q$ .

2. Analisis Titik ekuilibrium Bebas Kecanduan

Selanjutnya akan dianalisis kestabilan pada titik ekuilibrium kecanduan model SEIR perilaku pembelian album fisik NCT ( $E_1$ ) dengan melakukan linearisasi pada sistem persamaan (1). Matriks Jacobian dari titik ekuilibrium kecanduan adalah sebagai berikut.

$$JE_1 = \begin{bmatrix} -\frac{\alpha\eta\beta}{(\mu + \varepsilon)(\mu + \beta + \delta + \theta)} & 0 & \frac{-(\mu + \varepsilon)(\mu + \beta + \delta + \theta)}{\beta} & 0 \\ \frac{\alpha\eta\beta - (\mu + \beta + \delta + \theta + \omega)(\mu^2 + \mu\varepsilon)}{(\mu + \beta + \delta + \theta + \omega)(\mu + \varepsilon)} & -(\mu + \beta + \delta + \theta + \omega) & \frac{(\mu + \varepsilon)(\mu + \beta + \delta + \theta)}{\beta} & 0 \\ 0 & \beta & -(\mu + \varepsilon) & 0 \\ 0 & \delta + \theta + \omega & \varepsilon & -\mu \end{bmatrix} \tag{3}$$

Kestabilan  $E_1$  diperoleh dengan mencari nilai eigen terlebih dahulu, yaitu

$$\det(\lambda I - JE_1) = 0$$

$$\Leftrightarrow \det \left( \lambda \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} -\frac{\alpha\eta\beta}{(\mu+\varepsilon)(\mu+\beta+\delta+\theta)} & 0 & -\frac{(\mu+\varepsilon)(\mu+\beta+\delta+\theta)}{\beta} & 0 \\ \frac{\alpha\eta\beta N - (\mu+\beta+\delta+\theta+\omega)(\mu^2+\mu\varepsilon)}{(\mu+\beta+\delta+\theta+\omega)(\mu+\varepsilon)} & -(\mu+\beta+\delta+\theta+\omega) & \frac{(\mu+\varepsilon)(\mu+\beta+\delta+\theta)}{\beta} & 0 \\ 0 & \beta & -(\mu+\varepsilon) & 0 \\ 0 & \delta+\theta+\omega & \varepsilon & -\mu \end{bmatrix} \right) = 0$$

$$\Leftrightarrow (\lambda + \mu) \left\{ \left( \lambda + \frac{\alpha\eta\beta}{(\mu+\varepsilon)(\mu+\beta+\delta+\theta)} \right) (\lambda + \mu + \beta + \delta + \theta + \omega) (\lambda + \mu + \varepsilon) - (\mu + \varepsilon)(\mu + \beta + \delta + \theta) \left( \frac{(\mu + \beta + \delta + \theta + \omega)(\mu^2 + \mu\varepsilon) - \alpha\eta\beta}{(\mu + \beta + \delta + \theta + \omega)(\mu + \varepsilon)} \right) - (\mu + \varepsilon)(\mu + \beta + \delta + \theta) \left( \lambda + \frac{\alpha\eta\beta}{(\mu + \varepsilon)(\mu + \beta + \delta + \theta)} \right) \right\} = 0 \quad (4)$$

Persamaan karakteristik pada persamaan (4) sulit diselesaikan secara eksplisit. Oleh karena itu, titik ekuilibrium kecanduan akan dianalisis menggunakan kriteria Routh Hurwitz. Dengan memisalkan

$$\frac{\alpha\eta\beta}{(\mu + \varepsilon)(\mu + \beta + \delta + \theta)} = \gamma_1 \quad (5)$$

$$(\mu + \varepsilon)(\mu + \beta + \delta + \theta) = \gamma_2 \quad (6)$$

$$\mu + \varepsilon = \gamma_3 \quad (7)$$

$$(\mu + \beta + \delta + \theta + \omega) = \gamma_4 \quad (8)$$

Maka diperoleh hasil sebagai berikut:

$$(\lambda + \gamma_1)(\lambda + \gamma_4)(\lambda + \gamma_3) - \gamma_2\mu - \gamma_2\lambda = 0$$

$$\Leftrightarrow \lambda^3 + (\gamma_1 + \gamma_3 + \gamma_4)\lambda^2 + (\gamma_4\gamma_3 + \gamma_1\gamma_3 + \gamma_1\gamma_4 - \gamma_2)\lambda + \gamma_1\gamma_3\gamma_4 - \mu\gamma_2 = 0 \quad (9)$$

Nilai eigen dari persamaan karakteristik pada persamaan (9) dapat ditentukan dengan tabel Routh Hurwitz pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Tabel Routh Hurwitz titik ekuilibrium kecanduan

$\lambda^3$	$a_0$	$a_2$
$\lambda^2$	$a_1$	$a_3$
$\lambda^1$	$b_1$	0
$\lambda^0$	$c_1$	0

Dengan masing-masing nilai

$$a_0 = 1$$

$$a_1 = \gamma_1 + \gamma_3 + \gamma_4$$

$$a_2 = \omega\gamma_3 + \gamma_1(\gamma_4 + \gamma_3)$$

$$a_3 = \gamma_1\gamma_3\gamma_4 - \mu\gamma_2$$

$$b_1 = \omega\gamma_3 + \frac{\gamma_1^2(\gamma_4 + \gamma_3) + \gamma_1(\gamma_3^2 + \gamma_4^2) + \gamma_1\gamma_3\gamma_4 + \mu\gamma_2}{\gamma_1 + \gamma_3 + \gamma_4}$$

$$c_1 = \gamma_1\gamma_3\gamma_4 - \mu\gamma_2$$

Pada kriteria Routh Hurwitz, sistem dikatakan stabil jika kolom pertama pada tabel Routh Hurwitz bernilai positif. Nilai  $a_0 = 1$ , maka jelas positif. Nilai  $a_1 = \gamma_1 +$

$\gamma_3 + \gamma_4$ ,  $a_2 = \omega\gamma_3 + \gamma_1(\gamma_4 + \gamma_3)$ , dan  $b_1 = \omega\gamma_3 + \frac{\gamma_1^2(\gamma_4 + \gamma_3) + \gamma_1(\gamma_3^2 + \gamma_4^2) + \gamma_1\gamma_3\gamma_4 + \mu\gamma_2}{\gamma_1 + \gamma_3 + \gamma_4}$  jelas positif karena seluruh parameter bernilai positif. Nilai  $a_3 = c_1 = \gamma_1\gamma_3\gamma_4 - \mu\gamma_2$  akan bernilai positif jika  $\gamma_1\gamma_3\gamma_4 > \mu\gamma_2$ . Sehingga, titik ekuilibrium kecanduan pada model SEIR perilaku pembelian album fisik NCT akan stabil asimtotik jika  $\gamma_1\gamma_3\gamma_4 > \mu\gamma_2$ .

### Bilangan Reproduksi Dasar

Bilangan reproduksi dasar adalah jumlah infeksi baru yang dihasilkan oleh adanya satu individu terinfeksi dalam populasi. Bilangan reproduksi dasar dapat ditentukan dengan metode *Next Generation Matrix* (NGM). Pada model SEIR perilaku pembelian album fisik NCT, persamaan diferensial yang digunakan adalah kelas terinfeksi ( $E$ ) dan kecanduan ( $I$ ).

$$\begin{cases} \frac{dE}{dt} = \alpha SI - \mu E - \beta E - (\delta + \theta + \omega)E, \\ \frac{dI}{dt} = \beta E - \mu I - \varepsilon I. \end{cases} \tag{10}$$

Dari sistem persamaan (10) akan diperoleh bilangan reproduksi dasar dengan formula NGM  $K = -T\Sigma^{-1}$ . Didefinisikan  $F$  adalah vektor untuk infeksi baru dan  $V$  adalah vektor untuk perpindahan individu dari kelas terinfeksi ke kelas lain dengan  $F = \begin{bmatrix} \alpha SI \\ 0 \end{bmatrix}$  dan  $V = \begin{bmatrix} -(\mu + \beta + \delta + \theta + \omega)E \\ \beta E - (\mu + \varepsilon)I \end{bmatrix}$ . Kemudian dicari matriks  $T$  dan  $\Sigma$  sebagai berikut.

$$T = \begin{bmatrix} \frac{\partial(\alpha SI)}{\partial E} & \frac{\partial(\alpha \frac{SI}{N})}{\partial I} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \alpha \frac{S}{N} \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Dengan menggunakan titik ekuilibrium bebas kecanduan, disubstitusikan  $S = \frac{\eta N}{\mu}$  sehingga diperoleh

$$T = \begin{bmatrix} 0 & \frac{\alpha\eta}{\mu} \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \tag{11}$$

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \frac{\partial(-(\mu + \beta + \delta + \theta + \omega)E)}{\partial E} & \frac{\partial(-(\mu + \beta + \delta + \theta + \omega)E)}{\partial I} \\ \frac{\partial(\beta E - (\mu + \varepsilon)I)}{\partial E} & \frac{\partial(\beta E - (\mu + \varepsilon)I)}{\partial I} \end{bmatrix}$$

$$\Sigma = \begin{bmatrix} -(\mu + \beta + \delta + \theta + \omega) & 0 \\ \beta & -(\mu + \varepsilon) \end{bmatrix} \tag{12}$$

$$\Sigma^{-1} = \frac{1}{(\mu + \beta + \delta + \theta + \omega)(\mu + \varepsilon)} \begin{bmatrix} -(\mu + \varepsilon) & 0 \\ -\beta & -(\mu + \beta + \delta + \theta + \omega) \end{bmatrix}$$

$$\Sigma^{-1} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{\mu + \beta + \delta + \theta + \omega} & 0 \\ -\frac{\beta}{(\mu + \beta + \delta + \theta + \omega)(\mu + \varepsilon)} & -\frac{1}{\mu + \varepsilon} \end{bmatrix} \tag{13}$$

Diperoleh

$$K = -T\Sigma^{-1}$$

$$K = \begin{bmatrix} 0 & \frac{\alpha\eta}{\mu} \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -\frac{1}{\mu + \beta + \delta + \theta + \omega} & 0 \\ -\frac{\beta}{(\mu + \beta + \delta + \theta + \omega)(\mu + \varepsilon)} & -\frac{1}{\mu + \varepsilon} \end{bmatrix}$$

$$K = \begin{bmatrix} \frac{\alpha\eta\beta}{\mu(\mu + \beta + \delta + \theta + \omega)(\mu + \varepsilon)} & \frac{\alpha\eta}{\mu(\mu + \varepsilon)} \\ 0 & 0 \end{bmatrix}. \tag{14}$$

Berdasarkan NGM diperoleh bilangan reproduksi dasar merupakan nilai eigen dominan dari matriks  $K$  yaitu  $R_0 = \frac{\alpha\eta\beta}{\mu(\mu + \beta + \delta + \theta + \omega)(\mu + \varepsilon)}$ . Bilangan reproduksi dasar pada titik ekuilibrium bebas kecanduan tersebut akan stabil jika  $R_0 < 1$ .

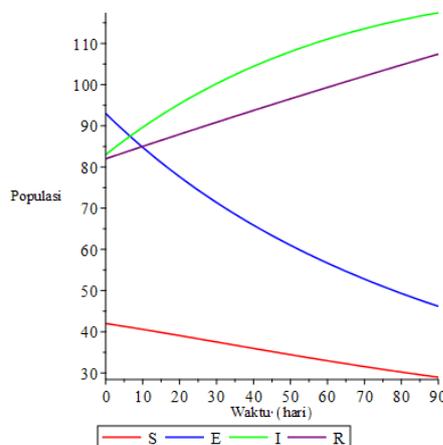
**Simulasi Model SEIR Menggunakan Maple 18**

Simulasi dilakukan untuk memberikan gambaran model SEIR perilaku pembelian album fisik NCT dengan memasukkan nilai awal dan parameter. Data yang digunakan adalah hasil dari kuesioner yang dibagikan kepada anggota komunitas NCTzen Jogja. Diperoleh nilai awal individu rentan, individu terpapar, individu terinfeksi, dan individu sembuh adalah  $S(0) = 42, E(0) = 93, I(0) = 83, R(0) = 82$ .

**Tabel 3.** Nilai parameter model SEIR perilaku pembelian album fisik NCT

Parameter	Nilai
$\eta$	0,0006
$\mu$	0,0006
$\alpha$	0,025
$\beta$	0,01
$\varepsilon$	0,002
$\delta$	0,002
$\theta$	0,004
$\omega$	0,002

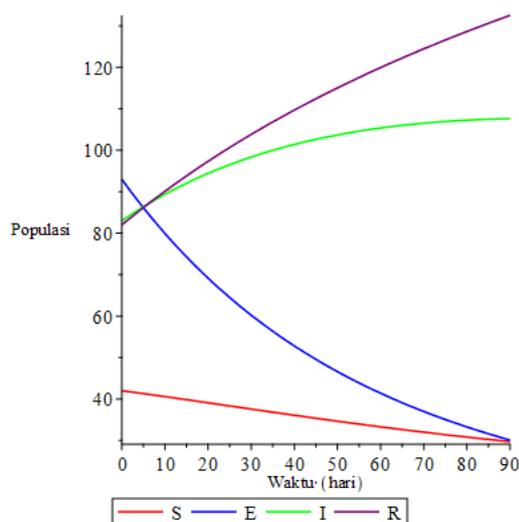
Selanjutnya akan dilakukan simulasi model SEIR pada perilaku pembelian album fisik NCT menggunakan aplikasi Maple 18. Berdasarkan data yang diperoleh, tanpa menggunakan parameter kenaikan pajak dan SM *Sustainability Forum* yaitu  $\theta = 0$  dan  $\omega = 0$  dengan bilangan reproduksi dasar pada titik ekuilibrium bebas kecanduan diperoleh  $R_0 = 7,33 > 1$  yang dapat dilihat hasil simulasinya pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Simulasi model SEIR perilaku pembelian album fisik NCT tanpa parameter kenaikan pajak dan SM *Sustainability Forum*

Pada Gambar 2 terlihat bahwa individu rentan (S) mengalami penurunan hingga menuju nol. Individu terpapar (E) menurun hingga 48, namun individu terinfeksi naik dari awal hingga 117 pada hari ke-90. Oleh sebab itu, kecanduan pembelian album fisik NCT akan terus ada. Individu sembuh (R) naik hingga 106 dari nilai awal.

Diperoleh bahwa  $R_0 > 1$  sehingga  $R_0$  pada titik ekuilibrium bebas kecanduan tidak stabil dan kecanduan album fisik NCT akan selalu ada dalam populasi hingga waktu yang tidak terbatas. Oleh karena itu, dengan adanya kenaikan pajak dan SM *Sustainability Forum* pada beberapa waktu yang lalu diharapkan dapat menghilangkan kecanduan pembelian album fisik NCT. Berikut hasil simulasi model SEIR perilaku pembelian album fisik NCT menggunakan parameter kenaikan pajak dan SM *Sustainability Forum* pada Gambar 3.

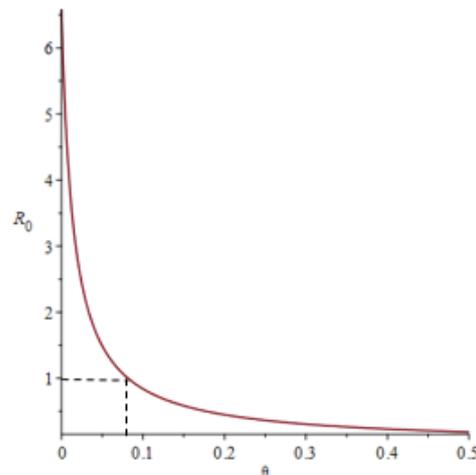


**Gambar 3.** Simulasi model SEIR perilaku pembelian album fisik NCT dengan parameter kenaikan pajak dan SM *Sustainability Forum*

Bilangan reproduksi dasar dari hasil simulasi pada Gambar 3 adalah  $R_0 = 4,96 > 1$ . Dapat dilihat bahwa individu rentan (S) mengalami penurunan hingga menuju nol. Individu terpapar (E) menurun lebih cepat dibandingkan dengan model SEIR pada album fisik NCT tanpa kenaikan pajak dan SM *Sustainability Forum*. Selanjutnya untuk individu terinfeksi (I) dan individu sembuh (R) masing-masing naik hingga 105 dan 130 dari nilai awal pada hari ke-90.

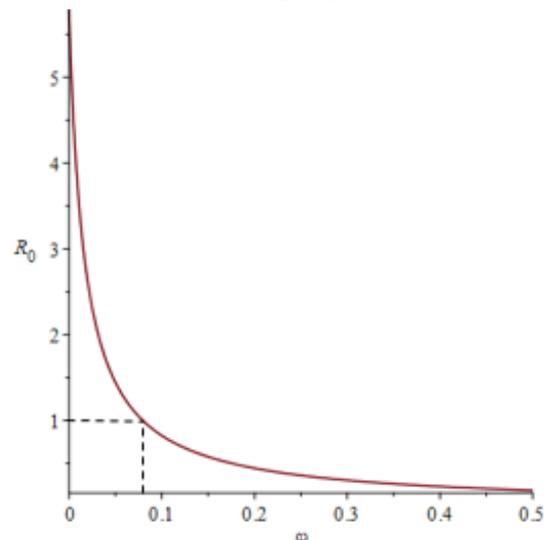
Pada hasil analisis bilangan reproduksi dasar, dengan adanya kenaikan pajak dan SM *Sustainability Forum* menyebabkan individu terpapar (E) dan individu terinfeksi (I) berkurang serta individu sembuh naik (R). Akan tetapi, masih terdapat adanya kecanduan pembelian album fisik NCT sehingga adanya kenaikan pajak dan SM *Sustainability Forum* belum berhasil membuat kecanduan pembelian album fisik NCT hilang dari populasi. Hal ini selaras dengan tren pembelian album fisik NCT yang terus berkembang.

Kecanduan pembelian album fisik NCT akan menetap dalam populasi namun tidak bersifat epidemi pada saat  $R_0 = 1$  yaitu ketika  $\theta = 0,08155$ . Artinya, jika  $\theta < 0,08155$  maka kecanduan album fisik NCT akan menjadi epidemi karena  $R_0 > 1$ . Jika  $\theta > 0,062975$ , maka kecanduan album fisik akan menghilang dari populasi karena  $R_0 < 1$ . Grafik bilangan reproduksi dasar pada model SEIR perilaku pembelian album fisik dengan parameter kenaikan pajak dapat dilihat pada Gambar 4.



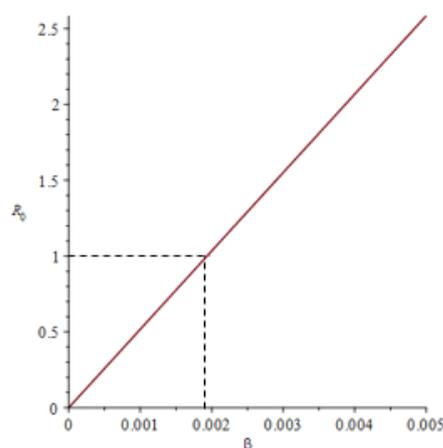
**Gambar 4.** Grafik bilangan reproduksi dasar ( $R_0$ ) dengan parameter kenaikan pajak

Selanjutnya, dengan menggunakan parameter SM *Sustainability Forum*, kecanduan album fisik NCT akan menetap dalam populasi namun tidak menjadi epidemi ketika  $R_0 = 1$  yaitu pada saat  $\omega = 0,07955$ . Artinya, jika  $\omega < 0,07955$  kecanduan pembelian album fisik NCT akan menjadi epidemi. Gambar 5 berikut adalah grafik dari bilangan reproduksi dasar pada model SEIR perilaku pembelian album fisik dengan parameter SM *Sustainability Forum*.



**Gambar 5.** Grafik bilangan reproduksi dasar ( $R_0$ ) dengan parameter SM *Sustainability Forum*

Di sisi lain, dengan parameter tingkat perpindahan dari individu terpapar (E) ke individu terinfeksi (I), kecanduan album fisik NCT akan menetap namun tidak menjadi epidemi ketika  $R_0 = 1$  yaitu jika  $\beta = 0,001934$ . Artinya, jika  $\beta > 0,001934$  maka diperoleh  $R_0 > 1$  sehingga kecanduan pembelian album fisik NCT akan menjadi epidemi. Jika  $\beta < 0,001934$  maka  $R_0 < 1$  sehingga kecanduan pembelian album fisik NCT akan menghilang dari populasi. Grafik dari bilangan reproduksi dasar pada model SEIR perilaku pembelian album fisik NCT dengan parameter tingkat perpindahan dari individu terpapar (E) ke individu terinfeksi (I) dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Grafik bilangan reproduksi dasar ( $R_0$ ) dengan parameter tingkat perpindahan dari E ke I

### Interpretasi Hasil

Berdasarkan analisis bilangan reproduksi dasar, kenaikan pajak dan SM *Sustainability Forum* belum dapat menghilangkan kecanduan pembelian album fisik NCT. Hal ini sesuai dengan tren pembelian album fisik NCT yang terus meningkat walaupun dengan adanya kenaikan pajak dan SM *Sustainability Forum*. Oleh karena itu, model SEIR ini cocok digunakan untuk kasus perilaku pembelian album fisik NCT di komunitas NCTzen Jogja.

Semakin tinggi kenaikan pajak atau SM *Sustainability Forum*, maka kecanduan pembelian album fisik NCT akan menghilang dari populasi. Di sisi lain, semakin kecil tingkat perpindahan dari individu terpapar ke individu terinfeksi maka kecanduan pembelian album fisik NCT akan menghilang dari populasi. Sehingga, kecanduan pembelian album fisik NCT akan menghilang dari populasi jika  $\theta > 0,08155$  atau  $\omega > 0,07955$  atau  $\beta < 0,001934$ .

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat ditarik kesimpulan bahwa dengan analisis bilangan reproduksi dasar, diperoleh bahwa kecanduan pembelian album fisik NCT akan menghilang jika kenaikan pajak  $\theta > 0,062975$  atau jika *Sustainability Forum*  $\omega > 0,062775$ . Di sisi lain, kecanduan pembelian album fisik NCT akan menghilang jika tingkat perpindahan dari individu terpapar ke individu terinfeksi bernilai  $\beta < 0,00032$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa kecanduan pembelian album fisik NCT dapat menghilang dari populasi jika kenaikan pajak atau SM *Sustainability Forum* semakin meningkat ataupun jika tingkat perpindahan dari individu terpapar ke individu terinfeksi semakin menurun.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada seluruh Dosen Prodi Matematika yang telah memberikan ilmu dan bimbingan sehingga artikel ini dapat selesai.

### DAFTAR PUSTAKA

- Albright, B. & William P. F. (2020). *Mathematical Modelling with Excel (2<sup>nd</sup> ed.)*. Boca Raton: CRC Press.
- Anton, H. & Chris Rorres (2005). *Elementary Linear Algebra with Application (9<sup>th</sup> ed.)*. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Banerjee, S. (2014). *Mathematical Modeling Models, Analysis, and Application*. Boca Raton: CRC Press.

- Barnes, B. & G. R. Fulford. (2015). *Mathematical Modelling with Case Studies Using Maple and MATLAB (3<sup>rd</sup> ed.)*. Boca Raton: CRC Press.
- Brauer, F., Carlos C. C., & Zhilan F. (2019). *Mathematical Models in Epidemiology*. New York: Springer.
- Chou, C. S. & Avner F. (2016). *Introduction to Mathematical Biology Modeling, Analysis, and Simulations*. Switzerland: Springer.
- Diekmann, O., Heesterbeek, J. A. P., & Roberts, M. G. (2010). The Construction of Next-Generation Matrices for Compartmental Epidemic Models. *Journal of the royal society interface*, 7(47), 873-885.
- Fatahillah, A., Istiqomah, M., & Dafik, D. (2021). Pemodelan Matematika Pada Kasus Kecanduan Game Online Menggunakan Metode Runge-Kutta Orde 14. *Limits: Journal of Mathematics and Its Applications*, 18(2), 129-141.
- Heffernan, J. M., Smith, R. J., & Wahl, L. M. (2005). Perspectives on The Basic Reproductive Ratio. *Journal of the Royal Society Interface*, 2(4), 281-293.
- Ibrahim, A., Asrul H. A., Madi, et al. (2013). *Mathematical Modeling (4<sup>th</sup> ed.)*. Amsterdam: Academic Press.
- Indah, A. P., & Maulana, D. A. (2022). Model Dinamika Kecanduan Media Sosial: Studi Kasus Kecanduan TikTok pada Mahasiswa FMIPA Unesa. *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 10(1), 131-139.
- Jeong Won, L. (19 Desember 2022). K-Pop Album Exports On Track to Hit An All-Time High in 2022. *Korea JoongAng Daily*. <https://koreajoongangdaily.joins.com/2022/12/19/entertainment/kpop/Korea-album-exports-Kpop/20221219141051989.html>.
- Kemenkeu. (2019). Peraturan Menteri Keuangan Nomor 199/PMK.010/2019, Tahun 2019, tentang Ketentuan Kepabean, Cukai, dan Pajak Atas Impor Barang Kiriman.
- Kemenkeu. (2021). Undang-Undang Nomor 7, Tahun 2021, tentang Harmonisasi Peraturan Perpajakan.
- Kocak, H. & Jack K.H. (1991). *Dynamics and Bifurcations*. New York: Springer-Verlag.
- Li, M.Y. (2018). *An Introduction to Mathematical Modeling of Infectious Diseases*. Canada: Springer.
- Meerschaert, M. M. (2013). *Mathematical Modeling (4<sup>th</sup> ed.)*. Amsterdam: Academic Press.
- Meiss, J.D. (2007). *Differential Dynamical Systems*. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Mulyatingingsih, E. (2011). *Riset Terapan Bidang Pendidikan dan Teknik*. Yogyakarta: UNY Press.
- NCT 127 & NCT's Album Both Enter The 'Billboard 200' Chart at The Same Time. (12 Januari 2022). *SM Entertainment Group*. [www.smentertainment.com/PressCenter/Details/7787](http://www.smentertainment.com/PressCenter/Details/7787).
- Purnomo, D. (2012). *Persamaan Diferensial*. Malang: Media Nusa Creative.
- Puspitarini, D. S., & Nuraeni, R. (2019). Pemanfaatan Media Sosial Sebagai Media Promosi. *Jurnal Common*, 3(1), 71-80.
- Salim & Syahrums (2012). *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: Citapustaka Media.
- Saptaningtyas, F. Y., & Ahmadi, A. (2022). Tinjauan Matematis Waktu Tundaan pada Model Covid-19 dengan Vaksinansi. *Pythagoras: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 17(1).
- Side, S., Muzakir, N. A., Pebriani, D., & Utari, S. N. (2021). Model SEIR Kecanduan Game Online pada Siswa di SMP Negeri 3 Makassar. *Sainsmat: Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan Alam*, 9(1), 91-102.
- Side, S., Sanusi, W., & Rustan, N. K. (2020). Model Matematika SIR Sebagai Solusi Kecanduan Penggunaan Media Sosial. *Journal of Mathematics, Computations, and Statistics*, 3, 126-138.

- Sirizar, S., & Khuzaini, K. (2017). Persepsi Masyarakat Terhadap Pembelian Album Fisik Musisi di Surabaya. *Jurnal Ilmu dan Riset Manajemen (JIRM)*, 6(11), 1.
- SMTOWN. (1 Januari 2023). SM Sustainability Forum | Humanity & Sustainability. *Youtube*. <https://www.youtube.com/watch?v=G3UUdaOtZGs>.
- Suprihatin, B., Putra B.J.B., & Muhammad A. (2013). *Persamaan Diferensial Biasa*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Witelski, T. & Mark Bowen. (2015). *Methods of Mathematical Modelling Continuous Systems and Differential Equations*. Switzerland: Springer.