

Simulasi Sistem Dinamik Model Matematika Kasus Kecanduan Bermain Gadget Bagi Anak Usia Dini dengan Faktor Pengawasan Orang Tua

Muh. Isbar Pratama^{1, a*)}, Angri Lismayani^{2, b)}

¹ *Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Makassar*

² *Jurusan PGPAUD FIP Universitas Negeri Makassar*

^{a)} isbarpratama@unm.ac.id

^{b)} angri.lismayani@unm.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk membangun model matematika untuk menggambarkan perubahan tingkat kecanduan bermain gadget pada anak usia dini tipe SEAR (Susceptible – Exposed - Addicted – Recovered). Model matematika yang telah dibuat kemudian dianalisis kestabilan modelnya. Setelah kestabilan model dianalisis, dilanjutkan dengan simulasi model menggunakan software Maple 18. Simulasi dilakukan sebanyak 3 kali dengan nilai faktor pengawasan orang tua yang berbeda yaitu 0.0084, 0.5217, dan 0.8214. Hasil simulasi menunjukkan semakin tinggi angka pengawasan orang tua maka angka kasus kecanduan bermain gadget bagi anak usia dini lebih cepat menurun.

Kata Kunci: Gadget, Model Matematika SEAR, anak usia dini, pengawasan orang tua

Abstract This research aims to develop a mathematical model to depict the changes in the level of gadget addiction in early childhood of the SEAR type (Susceptible - Exposed - Addicted - Recovered). The mathematical model created is then analyzed for its stability. After the stability analysis, the model is further subjected to simulation using Maple 18 software. The simulation is performed three times with different values of parental supervision factors, namely 0.0084, 0.5217, and 0.8214. The simulation results indicate that the higher the level of parental supervision, the faster the cases of gadget addiction in early childhood decline.

Keywords: Gadget, SEAR Mathematical Model, Early Childhood, Parental Supervision"

PENDAHULUAN

Di zaman kontemporer ini, perangkat elektronik telah menjelma menjadi suatu keperluan yang sangat dibutuhkan oleh mayoritas individu. Perangkat-perangkat seperti smartphone dan komputer telah mengambil peran utama sebagai alat komunikasi, alat pencarian informasi, dan sumber hiburan utama (Rahmawati, 2021). Mereka memungkinkan kita untuk tetap terhubung dengan dunia melalui berbagai aplikasi media sosial, email, serta panggilan video, dan juga memberikan akses instan ke berbagai informasi melalui jaringan internet. Lebih dari itu, perangkat elektronik juga memainkan peran penting dalam produktivitas, membantu kita dalam menyelesaikan tugas-tugas sehari-hari, mengatur jadwal, serta berkolaborasi dengan efisien. Mereka juga menjadi jendela akses ke berbagai bentuk hiburan, termasuk streaming video dan permainan, yang membantu mengisi waktu luang dan meredakan tekanan. Dengan berbagai fungsi penting dalam satu perangkat, perangkat elektronik telah menjadi bagian integral dari rutinitas harian, memenuhi kebutuhan kita dalam hal komunikasi, informasi, pekerjaan, dan hiburan (Satria, 2023).

Gadget seperti smartphone dan tablet kini bukan hanya dimanfaatkan oleh orang dewasa, tetapi juga telah menjadi bagian dari hidup anak-anak usia dini. Di era digital ini, anak-anak tumbuh di lingkungan yang dibanjiri oleh teknologi modern, di mana gadget telah menjadi alat yang tak terpisahkan dalam hal hiburan dan pembelajaran (Amalina, 2023). Anak-anak dengan perangkat ini dapat menjelajahi dunia pengetahuan melalui aplikasi pendidikan serta menikmati permainan yang memacu kreativitas. Namun, penting untuk mencatat bahwa penggunaan gadget oleh anak-anak usia dini perlu diawasi dan dibatasi dalam hal waktu layar agar memastikan bahwa mereka menggunakannya secara bijak, sejalan dengan aktivitas fisik, interaksi sosial, dan pendidikan tradisional (Rini et al., 2021).

Fenomena penggunaan gadget pada anak usia dini sudah terlihat di seluruh penjuru Indonesia. Pada era digital, gadget bisa berdampak positif ataupun negatif terhadap tumbuh kembang anak. Dampak positif dari penggunaan gadget adalah dapat menunjang pengetahuan anak dan mempersiapkan anak untuk melakukan penyesuaian dengan teknologi yang berkembang. Penggunaan gadget dapat membantu anak sebagai media dalam proses belajar mengajar, sehingga menimbulkan efek positif seperti peningkatan kemampuan berpikir dan kecerdasan anak. Secara tidak langsung gadget dapat menjadi pendukung dalam mengembangkan kognitif anak usia dini (Lindriany et al., 2023).

Pemakaian gadget yang terlalu lama pada anak usia dini juga akan berdampak pada kesehatan mata anak. Ketegangan mata (Mata menjadi merah, kering atau iritasi pada mata, penglihatan yang kabur, atau kelelahan mata), nyeri di punggung dan bahu dan kepala merupakan isu-isu terkait dengan risiko penggunaan gadget tersebut. Pemaparan yang berlebihan juga akan menjadi pemicu rendahnya penglihatan pada anak. Selain itu berdasarkan beberapa hasil studi juga menunjukkan bahwa penggunaan gadget pada anak usia prasekolah akan berkaitan dengan permasalahan tidur. Panjangnya waktu yang dibutuhkan anak untuk bisa tidur dibandingkan dengan pemakaian gadget dan terpaparnya berbagai konten kekerasan akan berdampak pada meningkatnya permasalahan tidur pada anak. Hal ini dikarenakan saat anak bermain games dan terpapar oleh konten kekerasan maka akan membuat anak berada dalam kondisi adrenalin dan stres yang tinggi, sebagaimana tubuh mereka menilai apa yang mereka lihat tersebut bukanlah hal yang nyata (Hanany et al., 2023).

Fenomena kecanduan gadget bagi anak usia dini digambarkan dalam bentuk pemodelan matematika. Model matematika dapat menggambarkan dampak dari perlakuan tertentu terhadap kasus kecanduan bermain gadget bagi anak usia dini. Model matematika yang digunakan pada penelitian ini merujuk pada model matematika penyebaran penyakit dengan menganggap kecanduan bermain gadget pada anak usia dini sebagai sebuah penyakit. Beberapa peneliti telah melakukan pemodelan terhadap penyebaran penyakit, seperti pemodelan matematika SEIR terhadap penyebaran penyakit tuberculosis (Side et al., 2018), Pemodelan matematika SEIR terhadap Covid-19 (Annas et al., 2020), Pemodelan matematika terhadap penyakit pneumonia (Side et al., 2021), dan pemodelan matematika kasus stunting (Pratama & Lismayani, 2023). Penelitian ini bertujuan memodelkan perubahan jumlah kasus kecanduan bermain gadget bagi anak usia dini dengan faktor pengawasan orang tua.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah

- Membangun model matematika SEAR yaitu dengan mengumpulkan informasi dan data untuk menentukan batasan asumsi dan parameter model SEAR,
- Menentukan diagram alir dari model SEAR berdasarkan batasan asumsi dan parameter yang telah dibuat.

- Menganalisis kestabilan model SEAR yaitu dengan menentukan titik tetap model SEAR yang telah dibuat kemudian menganalisis dari model untuk menentukan kelayakan model untuk digunakan dalam simulasi.
- Mengetahui pengaruh pengawasan orang tua menggunakan simulasi dari model SEAR dengan bantuan aplikasi Maple 18.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembentukan Model Matematika Kecanduan Bermain Gadget bagi Anak Usia Dini

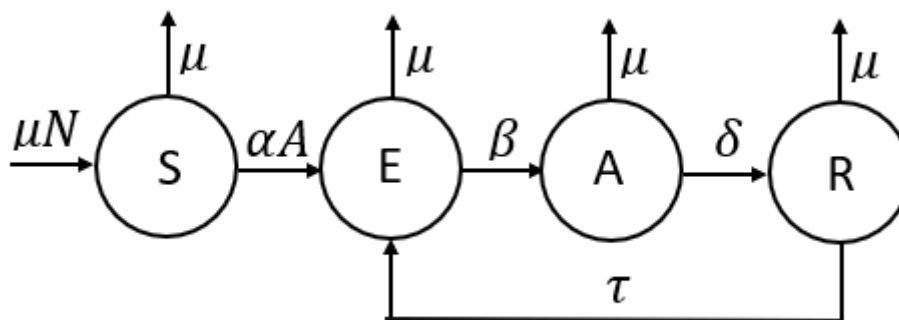
Masalah kecanduan bermain gadget pada anak usia dini dibagi menjadi empat populasi yaitu S, E, A, dan R. Anak yang berpotensi menggunakan gadget dinotasikan dengan Suspectibel (S). Anak yang mencoba bermain gadget dinotasikan dengan Exposed (E), Anak yang kecanduan bermain gadget dinotasikan dengan Addicted (A), dan Anak yang sembuh dari kecanduan bermain gadget dinotasikan dengan Recovered (R). Populasi tersebut dapat didefinisikan dalam bentuk matematika, yaitu sebagai berikut :

$$N = S + E + A + R \quad (1)$$

Dalam pembentukan model matematika SEAR kejadian kecanduan gadget pada anak usia dini, ditetapkan asumsi-asumsi untuk membatasi dan memperjelas model yang akan dibentuk, yaitu :

- Anak yang berpotensi bermain gadget adalah anak yang berusia minimal 4 tahun.
- Jumlah populasi konstan (laju kelahiran dan kematian diasumsikan sama) (μ)
- Laju perubahan populasi dari S ke E karena adanya pengaruh secara tidak langsung dari anak yang kecanduan gadget (αA)
- Laju Perubahan populasi dari E ke A
- Laju perubahan populasi dari A ke R (δ) karena adanya faktor pengawasan orang tua
- Anak yang sudah sembuh dari kecanduan berpotensi kembali bermain gadget

Berdasarkan asumsi-asumsi di atas, maka dibentuk model yang sesuai dengan model SEAR. Hubungan keempat populasi dapat disajikan dalam bagan berikut.



GAMBAR 1. Diagram alir model matematika SEAR terhadap kasus kecanduan bermain gadget bagi anak usia dini

Berdasarkan bagan di atas, dapat dibentuk sistem persamaan model matematika SEIR seperti di bawah ini:

$$\begin{aligned} \frac{ds}{dt} &= \mu - (\alpha A + \mu)S \\ \frac{dE}{dt} &= \alpha AS - (\beta + \mu)E + \tau R \\ \frac{dA}{dt} &= \beta E - (\delta + \mu)A \\ \frac{dr}{dt} &= \delta A - (\tau + \mu)R \end{aligned} \tag{2}$$

TABEL 1. Definisi Variabel dan Parameter

Parameter/Variabel	Definisi
S	Anak yang berpotensi menggunakan gadget
E	Anak yang mencoba bermain gadget
A	Anak yang kecanduan bermain gadget
R	Anak yang sembuh dari kecanduan bermain gadget
μ	Laju kelahiran/kematian
α	Laju perubahan populasi dari S ke E karena adanya penularan secara tidak langsung dari orang yang terkena stunting
β	Laju Perubahan populasi dari E ke A Anak karena tidak diberikan perlakuan khusus
δ	Laju perubahan populasi dari A ke R (δ) karena diberikan perlakuan khusus, yaitu pengawasan orang tua

Analisis Model

Titik kesetimbangan bebas stunting

Untuk mengetahui titik kesetimbangan bebas kecanduan penyakit, maka diasumsikan $A = 0$ yang berarti tidak terdapat populasi yang memungkinkan terkena kasus kecanduan bermain gadget. Sehingga diperoleh titik kesetimbangan bebas stunting adalah

$$(S, E, A, R) = (1, 0, 0, 0) \tag{3}$$

Titik kesetimbangan endemik

Titik keseimbangan endemik diperoleh jika $A \neq 0$ yang menunjukkan bahwa terdapat populasi yang terkena stunting secara permanen. Dengan menggunakan Maple, diperoleh titik kesetimbangan endemik model matematika SEAR terhadap kecanduan bermain gadget pada anak usia dini dengan faktor pengawasan orang tua adalah:

$$S = \frac{\mu(\beta+\delta+\mu)}{\alpha\beta}, E = \frac{\mu(-\alpha\beta+\delta\mu+\mu^2+\beta\mu)}{\alpha\beta(\beta+\delta+\mu)}, A = \frac{(-\alpha\beta+\delta\mu+\mu^2+\beta\mu)}{\alpha(\beta+\delta+\mu)}, R = \frac{\delta(-\alpha\beta+\delta\mu+\mu^2+\beta\mu)}{\alpha\beta(\beta+\delta+\mu)} \tag{4}$$

Analisis kestabilan

Berdasarkan sistem persamaan (2) dapat ditentukan matriks Jacobinya sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} -\alpha I - \mu & 0 & -\alpha S & 0 \\ \alpha I & -\beta - \delta - \mu & \alpha S & 0 \\ 0 & \beta & -\mu & 0 \\ 0 & \delta & 0 & -\mu \end{bmatrix} \tag{5}$$

Berdasarkan matriks jacobian pada persamaan (5) diperoleh nilai eigen model sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\lambda_1 &= \lambda_2 = -\mu \\ \lambda_3 &= -\left(\mu + \frac{1}{2}\alpha I + \frac{1}{2}\beta - \frac{1}{2}\sqrt{\alpha^2 I^2 - 2\alpha\beta I - 2\alpha\delta I + \beta^2 + 2\beta\delta + \delta^2 + 4\alpha\beta S}\right) \\ \lambda_4 &= -\left(\mu + \frac{1}{2}\alpha I + \frac{1}{2}\beta + \frac{1}{2}\delta + \frac{1}{2}\sqrt{\alpha^2 I^2 - 2\alpha\beta I - 2\alpha\delta I + \beta^2 + 2\beta\delta + \delta^2 + 4\alpha\beta S}\right)\end{aligned}$$

Karena nilai eigen $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ bernilai negatif maka kestabilan model matematika SEAR untuk kasus kecanduan bermain gadget dengan faktor pengawasan orang tua.

Bilangan Reproduksi Dasar

Bilangan reproduksi dasar model matematika SEAR untuk kasus kecanduan bermain gadget dengan faktor pengawasan orang tua diperoleh menggunakan metode *next generation matrix* seperti di bawah ini:

- $F = \begin{pmatrix} \alpha I S \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & \alpha S \\ 0 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & \alpha \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$
- $V = \begin{pmatrix} (\beta + \delta + \mu)E \\ \mu I - \beta E \end{pmatrix}$
- $V = \begin{pmatrix} \beta + \delta + \mu & 0 \\ -\beta & \mu \end{pmatrix}$
- $V^{-1} = \frac{1}{\det V} (\text{adj } V)$
- $V^{-1} = \frac{1}{\det V} \begin{pmatrix} \mu & 0 \\ \beta & \beta + \delta + \mu \end{pmatrix}$
- $V^{-1} = \begin{pmatrix} \frac{1}{\beta + \delta + \mu} & 0 \\ \frac{\beta}{(\beta + \delta + \mu)\mu} & \frac{1}{\mu} \end{pmatrix}$

$$K = FV^{-1}$$

$$K = \begin{pmatrix} 0 & \alpha \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{1}{\beta + \delta + \mu} & 0 \\ \frac{\beta}{(\beta + \delta + \mu)\mu} & \frac{1}{\mu} \end{pmatrix}$$

$$K = \begin{pmatrix} \frac{\alpha\beta}{(\beta + \delta + \mu)\mu} & \frac{\alpha}{\mu} \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$R_0 = \frac{\alpha\beta}{(\beta + \delta + \mu)\mu}$$

Bilangan reproduksi dasar adalah nilai eigen terbesar dari matriks K di atas yaitu

$$R_0 = \frac{\alpha\beta}{(\beta + \delta + \mu)\mu} \tag{6}$$

Simulasi Model

Simulasi dilakukan menggunakan nilai awal yang disajikan pada Tabel 2 di bawah ini:

TABEL 2. Nilai awal

Variabel	Proporsi populasi
S(0)	0,412
E(0)	0,231
I(0)	0,244
R(0)	0,16

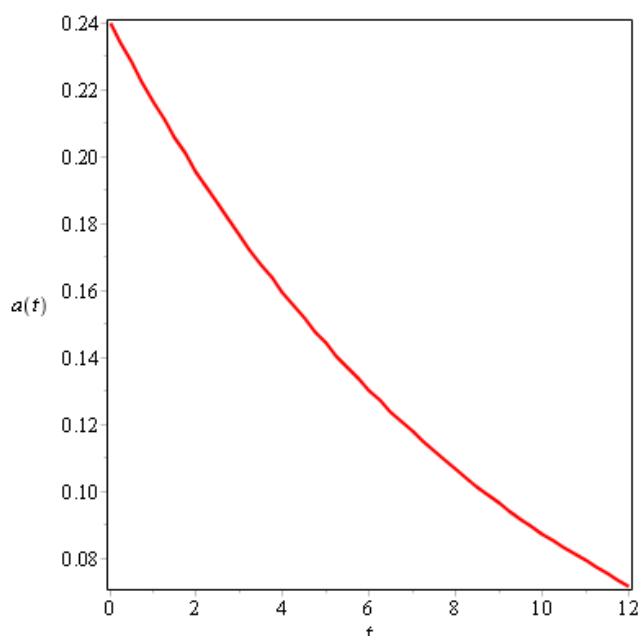
Parameter yang digunakan dalam simulasi ini disajikan pada tabel 3 di bawah ini:

TABEL 3. Nilai Parameter

Parameter	Nilai
α	0.0084
δ	0.0451
μ	0.0045
β	0.0032
τ	0.0021

Simulasi numerik model matematika SEIR untuk kasus stunting dengan faktor sanitasi diproses menggunakan aplikasi maple 18. Simulasi dilakukan sebanyak 3 kali untuk melihat pengaruh dari faktor sanitasi terhadap perubahan jumlah kasus stunting di Indonesia.

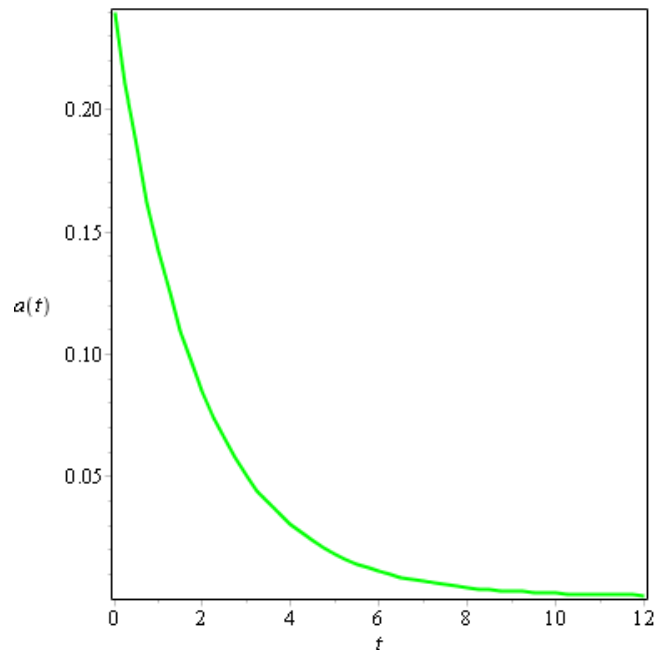
Simulasi 1 ($\delta = 0.0084$)



GAMBAR 2. Diagram alir model matematika SEAR terhadap kasus kecanduan bermain gadget dengan faktor pengawasan orang tua $\delta = 0.0084$

Berdasarkan gambar 2 diperoleh bahwa jika faktor pengawasan orang tua di angka 0.0084 maka tingkat kecanduan gadget bagi anak usia dini yang awalnya 24,4% akan berkurang ke angka 0.07 pada waktu 1 tahun.

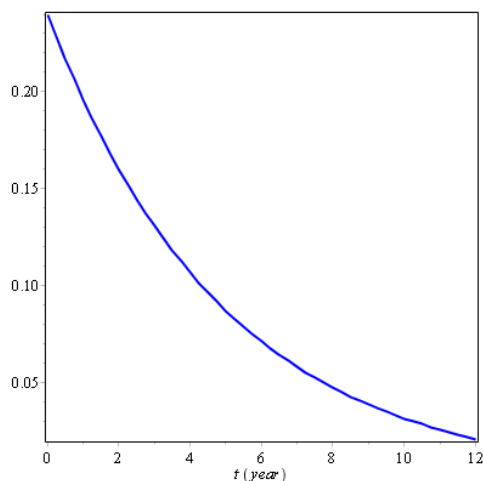
Simulasi 2 ($\delta = 0.5217$)



GAMBAR 3. Diagram alir model matematika SEAR terhadap kasus kecanduan bermain gadget dengan faktor pengawasan orang tua $\delta = 0.5217$

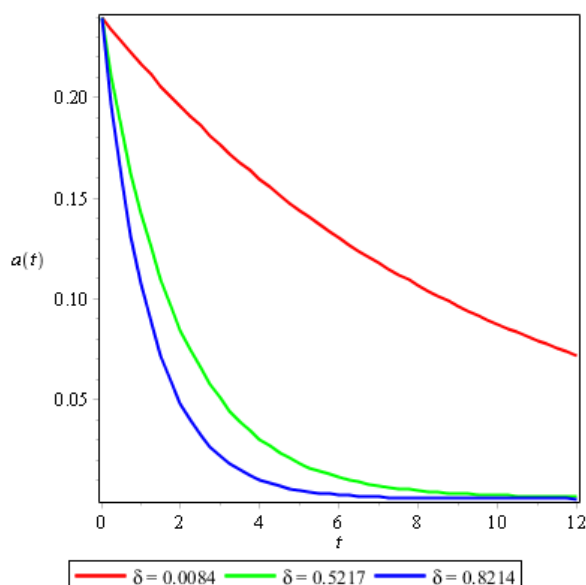
Berdasarkan gambar 3 diperoleh bahwa jika faktor pengawasan orang tua dinaikkan ke angka 0.5217 maka tingkat kecanduan gadget bagi anak usia dini yang awalnya 24,4% akan berkurang ke angka 0.01 pada waktu 1 tahun.

Simulasi 3 ($\delta = 0.8214$)



GAMBAR 4. Diagram alir model matematika SEAR terhadap kasus kecanduan bermain gadget dengan faktor pengawasan orang tua $\delta = 0.8214$

Berdasarkan gambar 4 diperoleh bahwa jika faktor pengawasan orang tua dinaikkan ke angka 0.8214 maka tingkat kecanduan gadget bagi anak usia dini yang awalnya 24,4% akan berkurang ke angka 0.01 lebih cepat pada dibandingkan dengan simualasi 2.



GAMBAR 5. Diagram alir model gabungan matematika SEAR kasus kecanduan bermain gadget dengan faktor pengawasan orang tua δ berbeda-beda.

Peningkatan intensitas pengawasan orang tua dapat mempengaruhi percepatan pengurangan tingkat kecanduan gadget bagi anak usia dini. Berdasarkan gambar 5 diperoleh bahwa perbedaan jumlah tingkat pengawasan orang tua dapat mempengaruhi tingkat kecanduan bermain gadget bagi anak usia dini.

KESIMPULAN

Simulasi perubahan kasus kecanduan gедget bagi anak usia dini dengan faktor pengawasan orang tua dimodelkan dengan model matematika sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \frac{ds}{dt} &= \mu - (\alpha A + \mu)S \\ \frac{dE}{dt} &= \alpha AS - (\beta + \mu)E + \tau R \\ \frac{dA}{dt} &= \beta E - (\delta + \mu)A \\ \frac{dR}{dt} &= \delta A - (\tau + \mu)R \end{aligned}$$

Simulasi dilakukan sebanyak 3 kali dengan nilai parameter pengawasan orang tua yang berbeda-beda. Hasil simulasi menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat pengawasan orang tua akan mempercepat mengurangi tingkat kecanduan bermain gadget bagi anak usia dini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalina, N. (2023). Sharpening Early Digital Literacy Skills as a Long-Term Investment for Young Children. *AGENDA: Jurnal Analisis Gender Dan Agama*, 5(1), Article 1. <https://doi.org/10.31958/agenda.v5i1.9355>
- Annas, S., Isbar Pratama, Muh., Rifandi, Muh., Sanusi, W., & Side, S. (2020). Stability analysis and numerical simulation of SEIR model for pandemic COVID-19 spread in Indonesia. *Chaos, Solitons & Fractals*, 139, 110072. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2020.110072>

- Hanany, R. N. T., Nadjamuddin, L., Fakhri, N., & Buchori, S. (2023). Sensation Seeking, Regulasi Emosi dan Bermain Violent Video Game Pada Remaja. *Jurnal Minfo Polgan*, 12(1), Article 1. <https://doi.org/10.33395/jmp.v12i1.12333>
- Lindriany, J., Hidayati, D., & Nasaruddin, D. M. (2023). Urgensi Literasi Digital Bagi Anak Usia Dini Dan Orang Tua. *Journal of Education and Teaching (JET)*, 4(1), Article 1. <https://doi.org/10.51454/jet.v4i1.201>
- Pratama, M. I., & Lismayani, A. (2023). SIMULASI PEMODELAN MATEMATIKA SEIR TERHADAP PENGARUH SANITASI PADA KASUS STUNTING DI INDONESIA. *Proximal: Jurnal Penelitian Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 6(1), Article 1. <https://doi.org/10.30605/proximal.v6i1.2230>
- Rahmawati, N. (2021). *Implementasi Metode Pembelajaran Daring Synchronous dan Asynchronous Untuk Meningkatkan Daya Saing Mahasiswa*. Inspiring Lecturer Paragon. <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/74677>
- Rini, N. M., Pratiwi, I. A., & Ahsin, M. N. (2021). Dampak Penggunaan Gadget Terhadap Perilaku Sosial Anak Usia Sekolah Dasar. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 7(3), Article 3. <https://doi.org/10.31949/educatio.v7i3.1379>
- Satria, D. (2023). *PENGANTAR TEKNIK KOMPUTER: Konsep dan Prinsip Dasar*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Side, S., Sanusi, W., & Bohari, N. A. (2021). Pemodelan Matematika SEIR Penyebaran Penyakit Pneumonia pada Balita dengan Pengaruh Vaksinasi di Kota Makassar. *JMathCos (Journal of Mathematics, Computations, and Statistics)*, 4(1), Article 1. <https://doi.org/10.35580/jmathcos.v4i1.20444>
- Side, S., Sukarna, Asfarina, G. T., Pratama, M. I., & Mulbar, U. (2018). Analysis of SEIRS Model for Cholera Spreading with Vaccination and Treatment Factors. *Journal of Physics: Conference Series*, 1114(1), 012120. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1114/1/012120>