

PEMODELAN KECANDUAN MOBILE LEGENDS MENGUNAKAN MODEL SEIR PADA MAHASISWA

Nur Rezky Ramadhan¹, Nur Rahmah Yunita Abar², Arian Nurriqhi³

Program Studi Matematika, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar^{1,3}

Program Studi Sains Aktuaria, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar²

Email: nur.rezky.ramadhan@unm.ac.id¹, nurrahmah.yunita@unm.ac.id²,
arian.nurriqhi@unm.ac.id³

Coressponding Author: Nur Rezky Ramadhan, Email: nur.rezky.ramadhan@unm.ac.id

Abstrak. Kecanduan game online merupakan salah satu fenomena perilaku digital yang semakin banyak dijumpai pada mahasiswa dan dapat berdampak pada aktivitas akademik, relasi sosial, serta pengendalian diri. Penelitian ini bertujuan membangun dan menganalisis model matematika tipe SEIR untuk menggambarkan dinamika penyebaran kecanduan Mobile Legends: Bang Bang pada mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika Angkatan 2023. Populasi dibagi ke dalam empat kompartemen, yaitu Susceptible (S), Exposed (E), Addicted (A), dan Recovered (R). Data awal yang digunakan berjumlah 146 mahasiswa, terdiri atas 100 individu rentan, 8 individu terpapar, 38 individu kecanduan, dan 0 individu pulih. Analisis dilakukan melalui pembentukan sistem persamaan diferensial, penentuan titik kesetimbangan, analisis kestabilan lokal, perhitungan bilangan reproduksi dasar, dan simulasi numerik menggunakan Maple 2025. Hasil analisis menunjukkan bahwa titik kesetimbangan bebas kecanduan bersifat tidak stabil karena nilai eigen memiliki bagian real positif. Bilangan reproduksi dasar diperoleh sebesar $R_0=117,65$, sehingga $R_0 > 1$ dan menunjukkan bahwa kecanduan berpotensi bertahan secara endemik dalam populasi apabila tidak ada intervensi yang memadai. Hasil simulasi memperlihatkan bahwa skenario dengan laju pemulihan tinggi ($\varepsilon=0,05; \theta=0,04$) dan laju relaps rendah ($\lambda=0,005$) merupakan skenario terbaik, ditandai dengan penurunan kompartemen kecanduan mendekati nol dan peningkatan kompartemen pulih hingga sekitar 40% dalam 50 hari. Novelty penelitian ini terletak pada adaptasi model SEIR berbasis data observasi langsung pada mahasiswa Angkatan 2023 serta analisis empat skenario parameter untuk mengidentifikasi peran pemulihan dan relaps dalam pengendalian kecanduan Mobile Legends. Temuan ini menegaskan pentingnya intervensi kampus yang terstruktur melalui edukasi, konseling, penguatan aktivitas alternatif, dan dukungan sosial berkelanjutan.

Kata Kunci: kecanduan game online, Mobile Legends, model SEIR, pemodelan matematika, simulasi numerik

Abstract. Online game addiction has become an increasingly relevant behavioral issue among university students, particularly due to the high intensity of mobile game use and peer-based social interaction. This study aims to develop and analyze an SEIR-type mathematical model to describe the dynamics of Mobile Legends: Bang Bang addiction among students of the 2023 cohort in the Mathematics Education Study Program. The population was classified into four compartments: Susceptible (S), Exposed (E), Addicted (A), and Recovered (R). The initial population consisted of 146 students, including 100 susceptible individuals, 8 exposed individuals, 38 addicted individuals, and no recovered individuals. The analysis involved formulating a system of ordinary differential equations, determining equilibrium points, analyzing local stability using the Jacobian matrix, calculating the basic reproduction number, and conducting numerical simulations using Maple 2025. The results show that the addiction-free equilibrium point is unstable, as all eigenvalues have positive real parts. The basic reproduction number was obtained as $R_0=117.65$, indicating that $R_0 > 1$ and suggesting that Mobile Legends addiction may persist endemically in the population without effective intervention. Numerical simulations across four parameter scenarios show that the best control condition occurs when the recovery rates are high ($\varepsilon=0.05; \theta=0.04$) and the relapse rate is low ($\lambda=0.005$), resulting in the addicted compartment approaching zero and the recovered compartment increasing to approximately 40% within 50 days. The novelty of this study lies in the adaptation of the SEIR model using direct observational data from a specific student



cohort and the comparison of four simulation scenarios to identify the role of recovery and relapse in controlling online game addiction.

Keywords: online game addiction, Mobile Legends, SEIR model, mathematical modeling, numerical simulation

A. Pendahuluan

Perkembangan teknologi digital telah mendorong perubahan besar dalam pola hiburan, komunikasi, dan interaksi sosial masyarakat. Salah satu bentuk hiburan digital yang berkembang pesat adalah game online, yaitu permainan berbasis internet yang memungkinkan pemain berinteraksi dengan pengguna lain tanpa dibatasi ruang dan waktu (Ramadhoni dan Kholidin, 2025). Game online tidak lagi hanya berfungsi sebagai sarana hiburan, tetapi juga menjadi ruang sosial digital yang memungkinkan pemain membangun relasi, bekerja sama, bersaing, serta memperoleh pengakuan dalam komunitas virtual (Qu, 2023). Di kalangan mahasiswa, game online menjadi aktivitas yang cukup populer karena mudah diakses melalui perangkat mobile dan sering digunakan untuk mengisi waktu luang, mengurangi stres, serta membangun keterhubungan sosial (Pertiwi dan Gasong, 2025).

Salah satu game online yang banyak dimainkan oleh mahasiswa adalah Mobile Legends: Bang Bang. Game ini termasuk dalam genre Multiplayer Online Battle Arena (MOBA), yaitu permainan berbasis tim yang menuntut kerja sama, strategi, komunikasi, dan intensitas bermain yang relatif tinggi (Buchan dan Taylor, 2016). Sistem peringkat, kompetisi antarpemain, hadiah permainan, dan fitur sosial dalam game dapat mendorong pemain untuk bermain secara berulang dalam durasi yang panjang. Kondisi ini dapat menjadi masalah ketika penggunaan game tidak lagi terkendali dan mulai mengganggu aktivitas akademik, kesehatan mental, kualitas tidur, serta hubungan sosial mahasiswa (Martínez-Murciano dan Pérez-Jorge, 2025).

Kecanduan game online atau internet gaming disorder telah menjadi perhatian dalam kajian psikologi dan kesehatan mental. American Psychiatric Association menjelaskan bahwa gangguan ini ditandai oleh penggunaan game yang berlebihan, hilangnya kontrol, toleransi terhadap durasi bermain, dan munculnya ketidaknyamanan psikologis ketika tidak bermain (American Psychiatric Association, 2013). World Health Organization juga mengklasifikasikan gaming disorder sebagai pola perilaku bermain game yang ditandai dengan gangguan kontrol, peningkatan prioritas terhadap game, dan keberlanjutan perilaku meskipun telah menimbulkan dampak negatif (World Health Organization, 2018). Pada konteks mahasiswa, kondisi ini menjadi semakin penting karena mahasiswa berada pada fase transisi menuju kemandirian, memiliki akses luas terhadap teknologi, dan berada dalam lingkungan sosial yang intensif.

Urgensi penelitian ini muncul karena kecanduan game online tidak hanya berdampak pada individu, tetapi juga dapat berkembang melalui pengaruh sosial. Interaksi teman sebaya, tekanan kelompok, kebutuhan pengakuan sosial, dan keterlibatan dalam komunitas game dapat memperkuat intensitas bermain seseorang (Sree dan Pathak, 2022). Mahasiswa yang awalnya hanya bermain untuk hiburan dapat terdorong bermain lebih sering karena pengaruh teman, sistem kompetisi, atau keinginan mempertahankan posisi dalam kelompok permainan. Faktor desain game, seperti sistem penghargaan, peringkat, dan fitur kolaboratif, juga dapat memperkuat kebiasaan bermain berulang dan meningkatkan risiko kecanduan (Gupta dkk., 2021). Dengan demikian, kecanduan game online dapat dipandang sebagai fenomena perilaku yang memiliki pola penyebaran melalui kontak sosial.



Pendekatan pemodelan matematika dapat digunakan untuk memahami dinamika penyebaran perilaku tersebut secara lebih sistematis. Pemodelan matematika merupakan proses merepresentasikan fenomena nyata ke dalam bentuk variabel, parameter, dan persamaan sehingga perubahan sistem dapat dianalisis secara kuantitatif (Fatahillah dkk., 2021). Dalam konteks epidemiologi, model kompartemen telah banyak digunakan untuk menggambarkan perpindahan individu dari satu status ke status lain berdasarkan mekanisme tertentu (Kermack dan McKendrick, 1927). Model SEIR membagi populasi ke dalam kompartemen Susceptible, Exposed, Infected, dan Recovered, sehingga sesuai untuk merepresentasikan adanya fase rentan, fase terpapar, fase kecanduan, dan fase pemulihan dalam dinamika kecanduan game online (Rădulescu dkk., 2020).

Beberapa penelitian sebelumnya telah menggunakan model epidemi untuk menganalisis kecanduan game online. Side dkk. mengembangkan model SEIR untuk kasus kecanduan game online pada siswa SMP Negeri 3 Makassar dan menunjukkan adanya titik kesetimbangan bebas kecanduan serta titik kesetimbangan endemik (Side dkk., 2020). Fatahillah dkk. menerapkan pemodelan matematika pada kasus kecanduan game online dengan pendekatan numerik Runge-Kutta orde tinggi (Fatahillah dkk., 2021). Pebriani mengkaji penyelesaian model SEIR pada kecanduan game online menggunakan metode perturbasi homotopi (Pebriani, 2020). Ramadhan dan Burhan menerapkan model SEIRS untuk kecanduan game online pada mahasiswa matematika menggunakan metode homotopy perturbation (Ramadhan dan Burhan, 2021). Siregar dkk. mengembangkan model SEIRS pada kecanduan game online berdasarkan berbagai kelompok usia di Indonesia (Siregar dkk., 2024).

Meskipun penelitian-penelitian tersebut telah memberikan kontribusi penting, masih terdapat beberapa celah penelitian yang perlu dikembangkan. Pertama, sebagian besar penelitian sebelumnya membahas kecanduan game online secara umum, belum secara spesifik menyoroti *Mobile Legends: Bang Bang* sebagai game MOBA yang memiliki karakteristik kompetitif, berbasis tim, dan intensif secara sosial. Kedua, penelitian terdahulu banyak berfokus pada siswa sekolah menengah, populasi umum, atau kelompok usia yang luas, sehingga kajian yang secara khusus memodelkan dinamika kecanduan pada mahasiswa dalam satu angkatan tertentu masih terbatas. Ketiga, beberapa penelitian lebih menekankan metode penyelesaian numerik, sementara kajian yang mengaitkan model SEIR, data observasi langsung, analisis kestabilan, bilangan reproduksi dasar, dan beberapa skenario simulasi parameter masih perlu diperkuat.

Berdasarkan gap tersebut, penelitian ini mengembangkan model matematika tipe SEIR untuk menganalisis dinamika kecanduan *Mobile Legends: Bang Bang* pada mahasiswa Angkatan 2023 Program Studi Pendidikan Matematika. Penelitian ini membagi populasi ke dalam empat kompartemen, yaitu individu rentan, terpapar, kecanduan, dan pulih, kemudian menganalisis perubahan antar kompartemen melalui sistem persamaan diferensial. Kebaruan penelitian ini terletak pada penggunaan data awal berbasis observasi langsung pada populasi mahasiswa yang spesifik, fokus pada game *Mobile Legends: Bang Bang*, serta penyajian empat skenario simulasi untuk melihat pengaruh perubahan laju pemulihan dan relaps terhadap dinamika kecanduan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan matematika terapan sekaligus menyediakan dasar kuantitatif bagi upaya pencegahan kecanduan game online di lingkungan perguruan tinggi.

B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif berbasis pemodelan matematika. Pendekatan kuantitatif digunakan karena objek kajian direpresentasikan melalui variabel numerik



dan sistem persamaan diferensial. Model yang digunakan adalah model kompartemen tipe SEIR yang dimodifikasi untuk kasus kecanduan game Mobile Legends: Bang Bang, dengan kompartemen A digunakan untuk menyatakan kelompok addicted atau kecanduan.

Data awal penelitian diperoleh dari observasi dan pendataan terhadap mahasiswa menggunakan kuesioner pada Program Studi Pendidikan Matematika angkatan 2023 di Universitas Negeri Makassar. Total populasi yang digunakan dalam simulasi adalah 146 mahasiswa. Berdasarkan data awal, terdapat 100 mahasiswa pada kompartemen rentan, 8 mahasiswa pada kompartemen terpapar, 38 mahasiswa pada kompartemen kecanduan game online, dan belum terdapat mahasiswa pada kompartemen pulih dari kecanduan game online. Nilai awal tersebut kemudian dinormalisasi dalam bentuk proporsi agar simulasi dapat menggambarkan perubahan relatif setiap kompartemen.

Data sekunder diperoleh dari jurnal ilmiah, buku pemodelan matematika, dan penelitian terdahulu mengenai model SEIR, kecanduan game online, serta analisis sistem dinamik. Literatur tersebut digunakan untuk membangun dasar konseptual model, menentukan makna parameter, dan menyusun skenario simulasi. Parameter simulasi terdiri atas laju perubahan dari terpapar menjadi kecanduan (α), laju perubahan dari rentan menjadi terpapar (β), laju pemulihan dari kecanduan menuju pulih (ϵ), laju pemulihan dari terpapar menuju pulih (θ), laju kembali dari pulih menjadi rentan (λ), laju keluar dari sistem (μ), dan laju masuk individu baru ke sistem (π).

Tahapan penelitian meliputi studi literatur, pengumpulan data awal, penyusunan asumsi, pembentukan model, penentuan titik kesetimbangan, analisis kestabilan lokal menggunakan matriks Jacobian, perhitungan bilangan reproduksi dasar menggunakan pendekatan Next Generation Matrix, simulasi numerik, dan interpretasi hasil. Simulasi dilakukan selama 50 hari menggunakan empat skenario parameter untuk membandingkan dinamika sistem pada kondisi dasar, pemulihan rendah, pemulihan tinggi, dan relaps tinggi.

Nilai awal model dan parameter simulasi disusun untuk menggambarkan kondisi awal populasi serta skenario perubahan perilaku dalam sistem. Nilai awal model disajikan pada Tabel 1, sedangkan nilai parameter untuk empat kasus simulasi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Nilai awal model kecanduan Mobile Legends

Notasi	Definisi	Nilai awal	Satuan
S(0)	Jumlah individu rentan ketika $t = 0$	100	Individu
E(0)	Jumlah individu terpapar ketika $t = 0$	8	Individu
A(0)	Jumlah individu kecanduan game ketika $t = 0$	38	Individu
R(0)	Jumlah individu sembuh ketika $t = 0$	0	Individu

Tabel 2 Nilai parameter simulasi model

Notasi	Kasus 1	Kasus 2	Kasus 3	Kasus 4	Satuan
α	0,01	0,01	0,01	0,01	Individu/hari
β	0,02	0,02	0,02	0,02	Individu/hari
ϵ	0,01	0,001	0,05	0,01	Individu/hari
θ	0,007	0,001	0,04	0,007	Individu/hari
λ	0,03	0,03	0,005	0,09	Individu/hari
μ	0	0	0	0	Individu/hari
π	0	0	0	0	Individu/hari

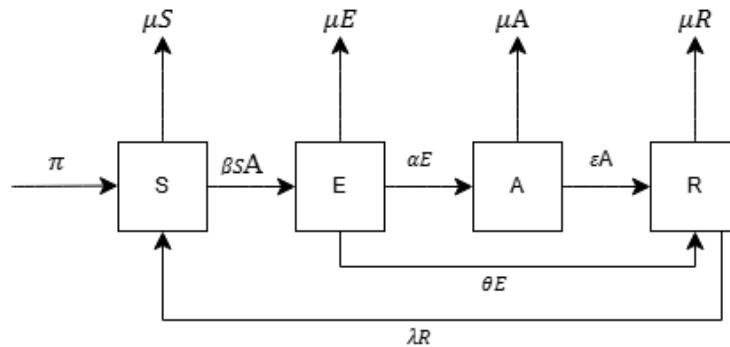
Kasus 1 digunakan sebagai kondisi dasar, Kasus 2 menggambarkan kondisi laju pemulihan rendah, Kasus 3 menggambarkan kondisi pemulihan tinggi dan relaps rendah, sedangkan Kasus 4



menggambarkan kondisi relaps tinggi. Perbandingan empat skenario ini digunakan untuk menilai sensitivitas arah dinamika sistem terhadap perubahan parameter pemulihan dan relaps.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pembentukan model dilakukan dengan mengadaptasi struktur SEIR ke dalam fenomena kecanduan game. Kompartemen S menyatakan mahasiswa rentan, E menyatakan mahasiswa terpapar, A menyatakan mahasiswa yang telah kecanduan, dan R menyatakan mahasiswa yang telah pulih. Relasi antar kompartemen disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram kompartemen penyebaran kecanduan Mobile Legends tipe SEIR

Berdasarkan diagram tersebut, laju perubahan setiap kompartemen dinyatakan dalam sistem persamaan diferensial berikut:

$$\begin{aligned} \frac{dS}{dt} &= \pi - \beta SA - \mu S + \lambda R \\ \frac{dE}{dt} &= \beta SA - (\alpha + \theta + \mu)E \\ \frac{dA}{dt} &= \alpha E - (\varepsilon + \mu)A \\ \frac{dR}{dt} &= \varepsilon A + \theta E - (\lambda + \mu)R \end{aligned}$$

Pada model tersebut, suku βSA menyatakan kontak efektif antara mahasiswa rentan dan mahasiswa kecanduan sehingga mahasiswa rentan berpindah ke kompartemen terpapar. Suku αE menyatakan perubahan mahasiswa terpapar menjadi kecanduan, sedangkan εA dan θE menyatakan proses pemulihan dari kompartemen kecanduan maupun terpapar. Parameter λ menunjukkan kemungkinan mahasiswa yang telah pulih kembali menjadi rentan terhadap paparan game.

Titik kesetimbangan diperoleh dengan menetapkan seluruh turunan sama dengan nol. Dari sistem persamaan tersebut diperoleh titik kesetimbangan bebas kecanduan $J_0 = (\frac{\pi}{\mu}, 0, 0, 0)$ dan titik kesetimbangan endemik $J_1 = (S^*, E^*, A^*, R^*)$ ketika kompartemen kecanduan tetap ada dalam populasi. Secara konseptual, J_0 menggambarkan kondisi ideal tanpa mahasiswa kecanduan, sedangkan J_1 menggambarkan kondisi ketika kecanduan menetap pada tingkat tertentu.

Analisis kestabilan lokal dilakukan melalui linearisasi model menggunakan matriks Jacobian. Matriks Jacobian umum model adalah sebagai berikut:

$$J = \begin{bmatrix} [-\beta A - \mu, 0, -\beta S, \lambda], [\beta A, -(\alpha + \theta + \mu), \beta S, 0], [0, \alpha, -(\varepsilon + \mu), 0], [0, \theta, \varepsilon, -(\lambda + \mu)] \end{bmatrix}$$



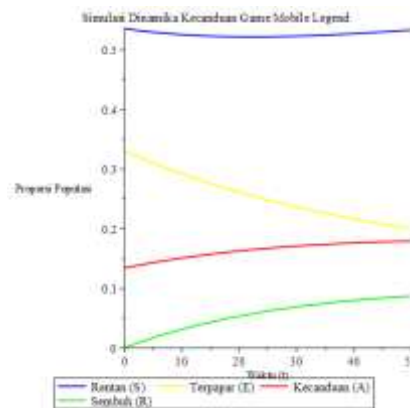
Hasil evaluasi nilai eigen pada kondisi parameter dasar menunjukkan $\lambda_1 = 0,0300$, $\lambda_2 = 0,0364$, $\lambda_3 = 0,0579 + 0,0021i$, dan $\lambda_4 = 0,0579 - 0,0021i$. Keberadaan bagian real positif pada nilai eigen mengindikasikan bahwa titik kesetimbangan bebas kecanduan tidak stabil. Artinya, apabila terdapat gangguan kecil berupa masuknya mahasiswa terpapar atau kecanduan ke dalam populasi, sistem tidak kembali secara alami ke kondisi bebas kecanduan.

Bilangan reproduksi dasar dihitung menggunakan pendekatan Next Generation Matrix pada kompartemen E dan A. Formula yang diperoleh adalah:

$$R_0 = \frac{\alpha\beta S}{((\varepsilon + \mu)(\alpha + \theta + \mu))}$$

Nilai R_0 berperan sebagai indikator ambang. Apabila $R_0 < 1$, kecanduan cenderung menurun dan hilang dari populasi. Sebaliknya, apabila $R_0 > 1$, satu individu kecanduan dapat menghasilkan lebih dari satu individu baru yang terpengaruh sehingga kecanduan berpeluang menyebar. Dalam penelitian ini, hasil analisis menunjukkan kecenderungan $R_0 > 1$ pada kondisi dasar sehingga intervensi diperlukan untuk mengendalikan penyebaran kecanduan.

Simulasi 1: kondisi dasar



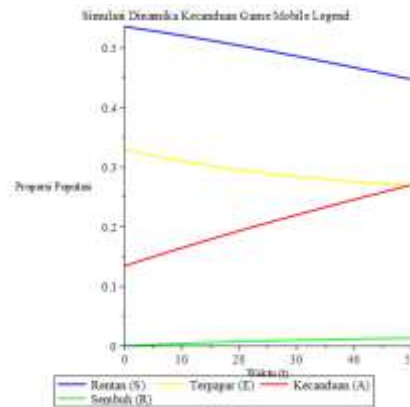
Gambar 2 Grafik simulasi 1 pada model kecanduan Mobile Legends

Gambar 2 memperlihatkan dinamika empat kompartemen pada kondisi dasar. Kompartemen rentan mengalami penurunan bertahap dari sekitar 68,5% menuju kurang dari 62% pada akhir periode simulasi. Penurunan ini menunjukkan bahwa sebagian mahasiswa rentan mulai mengalami paparan akibat interaksi dengan mahasiswa yang telah memiliki intensitas bermain tinggi.

Kompartemen terpapar meningkat dari sekitar 5,5% menjadi lebih dari 11%. Kondisi ini mengindikasikan bahwa proses perpindahan dari rentan menuju terpapar masih berlangsung cukup kuat. Sementara itu, kompartemen kecanduan menurun dari sekitar 26% menjadi sekitar 19,5%. Penurunan tersebut menunjukkan adanya proses pemulihan, meskipun belum cukup besar untuk menghilangkan kecanduan dari populasi. Kompartemen pulih meningkat hingga sekitar 7,5%, yang menandakan adanya keberhasilan awal keluar dari perilaku kecanduan.



Simulasi 2: laju pemulihan rendah

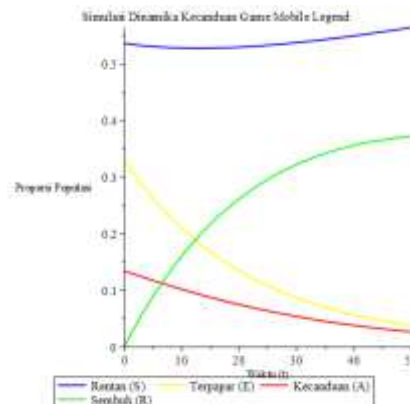


Gambar 3 Grafik simulasi 2 pada model kecanduan Mobile Legends

Gambar 3 menunjukkan skenario ketika laju pemulihan dari kompartemen terpapar maupun kecanduan sangat rendah. Pada skenario ini, kompartemen rentan mengalami penurunan lebih tajam dibandingkan kondisi dasar. Hal ini menunjukkan bahwa lebih banyak mahasiswa rentan terdorong masuk ke jalur paparan karena tidak terdapat mekanisme pemulihan yang cukup kuat untuk menahan penyebaran.

Kompartemen kecanduan meningkat secara nyata hingga mendekati proporsi kompartemen terpapar pada akhir simulasi. Kenaikan ini menunjukkan bahwa kelompok terpapar secara bertahap berubah menjadi kelompok kecanduan. Di sisi lain, kompartemen pulih hampir tidak bertambah dan tetap mendekati nol. Kondisi tersebut memperlihatkan bahwa tanpa dukungan pemulihan, konseling, pengendalian waktu bermain, atau intervensi sosial, populasi berisiko bergerak menuju kondisi endemik kecanduan yang lebih berat.

Simulasi 3: pemulihan tinggi dan relaps rendah



Gambar 4 Grafik simulasi 3 pada model kecanduan Mobile Legends

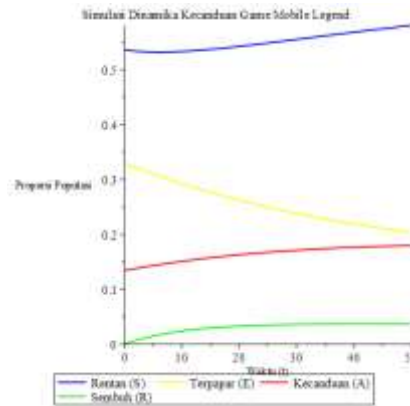
Gambar 4 memperlihatkan skenario terbaik dalam simulasi, yaitu ketika laju pemulihan dari kompartemen terpapar dan kecanduan meningkat, sementara laju relaps menurun. Pada kondisi ini, kompartemen terpapar turun secara tajam dari sekitar 33% menuju nilai yang sangat kecil. Penurunan ini menunjukkan bahwa mahasiswa yang berada pada fase awal paparan berhasil diarahkan untuk keluar dari jalur kecanduan sebelum menjadi pengguna yang adiktif.

Kompartemen kecanduan juga mengalami penurunan konsisten menuju nilai yang mendekati nol. Sebaliknya, kompartemen pulih meningkat secara cepat dan menjadi kelompok terbesar kedua



setelah kelompok rentan. Hasil ini menegaskan bahwa intervensi pemulihan memiliki pengaruh penting dalam menurunkan kecanduan. Strategi yang dapat mendukung kondisi ini antara lain pengaturan durasi bermain, konseling mahasiswa, pendampingan keluarga, kegiatan akademik alternatif, serta edukasi literasi digital yang menekankan kontrol diri.

Simulasi 4: laju relaps tinggi



Gambar 5 Grafik simulasi 4 pada model kecanduan Mobile Legends

Gambar 5 menggambarkan kondisi ketika laju kembali dari kompartemen pulih ke kompartemen rentan cukup tinggi. Pada skenario ini, kompartemen rentan tetap dominan dan cenderung meningkat di akhir simulasi. Namun, kompartemen kecanduan tidak hilang, melainkan bergerak menuju level yang relatif stabil. Pola ini menunjukkan adanya kecenderungan kesetimbangan endemik, yaitu kecanduan bertahan pada proporsi tertentu dalam populasi.

Kompartemen terpapar menurun secara perlahan, tetapi tidak diikuti oleh pertumbuhan kelompok pulih yang signifikan. Kompartemen pulih hanya meningkat sedikit dan cepat mendatar pada nilai rendah. Hal ini menunjukkan bahwa proses pemulihan tidak cukup kuat untuk menahan relaps. Dalam konteks nyata, mahasiswa yang telah mengurangi intensitas bermain masih dapat kembali rentan apabila berada di lingkungan yang mendorong aktivitas bermain, misalnya ajakan teman, turnamen, sistem rank, atau promosi konten game di media sosial.

Perbandingan keempat simulasi menunjukkan bahwa parameter pemulihan dan relaps merupakan faktor yang paling menentukan arah dinamika sistem. Pada Simulasi 1, kecanduan menurun tetapi belum hilang sepenuhnya. Pada Simulasi 2, rendahnya pemulihan menyebabkan kompartemen kecanduan meningkat tajam. Pada Simulasi 3, kombinasi pemulihan tinggi dan relaps rendah menyebabkan kompartemen kecanduan dan terpapar menurun secara signifikan. Pada Simulasi 4, tingginya relaps menyebabkan kecanduan bertahan pada keadaan endemik.

Temuan ini sejalan dengan karakteristik model SEIR bahwa sistem tidak hanya dipengaruhi oleh laju paparan, tetapi juga oleh kemampuan individu keluar dari fase terpapar dan kecanduan. Dalam konteks kecanduan Mobile Legends, laju paparan dapat muncul melalui ajakan teman, interaksi tim, sistem kompetisi, dan kebiasaan bermain bersama. Laju pemulihan dapat ditingkatkan melalui pembatasan durasi bermain, penguatan kegiatan akademik, konseling, serta dukungan sosial dari keluarga dan teman sebaya.

Secara matematis, keberadaan nilai eigen dengan bagian real positif pada titik bebas kecanduan menunjukkan bahwa sistem tidak stabil tanpa intervensi. Artinya, strategi pencegahan tidak cukup hanya mengandalkan kesadaran individu, tetapi memerlukan lingkungan pendukung. Hal ini penting karena mahasiswa angkatan awal perkuliahan berada pada fase adaptasi sosial yang



intens, sehingga pengaruh kelompok dapat mempercepat penyebaran kebiasaan bermain berlebihan.

Dari sisi kebijakan kampus, hasil model memberi gambaran bahwa pengendalian kecanduan dapat dilakukan dengan dua arah utama, yaitu menurunkan laju paparan dan meningkatkan laju pemulihan. Penurunan laju paparan dapat dilakukan melalui edukasi penggunaan gawai yang sehat, penguatan budaya akademik, dan pengelolaan komunitas mahasiswa. Peningkatan laju pemulihan dapat dilakukan melalui layanan konseling, program manajemen waktu, kegiatan ekstrakurikuler produktif, dan pendampingan bagi mahasiswa yang menunjukkan gejala kecanduan.

Hasil penelitian ini memiliki implikasi teoritis dan praktis. Secara teoritis, penelitian ini memperlihatkan bahwa model epidemiologi kompartemen dapat diterapkan untuk menganalisis fenomena perilaku sosial, khususnya kecanduan game online. Penggunaan model SEIR memungkinkan peneliti membedakan antara fase paparan awal dan fase kecanduan penuh. Pemisahan ini penting karena intervensi pada fase paparan dapat lebih efektif dibandingkan ketika individu telah masuk ke fase kecanduan.

Secara praktis, hasil simulasi dapat dijadikan acuan awal bagi kampus untuk menyusun program pencegahan. Simulasi 3 menunjukkan bahwa pemulihan tinggi dan relaps rendah menghasilkan kondisi yang paling baik. Dengan demikian, program yang meningkatkan kesadaran finansial waktu, kontrol diri, dan dukungan sosial perlu diprioritaskan. Selain itu, mahasiswa yang telah berhasil mengurangi intensitas bermain tetap membutuhkan dukungan lanjutan agar tidak kembali berada pada pola bermain berlebihan.

Keterbatasan model perlu diperhatikan dalam interpretasi hasil. Pertama, model mengasumsikan populasi homogen, padahal mahasiswa memiliki karakteristik berbeda dalam hal jenis kelamin, tekanan akademik, kemampuan kontrol diri, dukungan keluarga, dan pola pertemanan. Kedua, simulasi dilakukan dalam rentang 50 hari sehingga belum menggambarkan dinamika musiman seperti libur semester, masa ujian, atau periode turnamen game. Ketiga, beberapa parameter skenario masih berbasis asumsi sehingga perlu dikalibrasi dengan data longitudinal agar lebih akurat.

Meskipun demikian, model yang dibangun tetap memberikan gambaran awal yang berguna. Model ini menunjukkan bahwa kecanduan game tidak hanya dapat dipahami sebagai masalah individu, tetapi juga sebagai fenomena dinamis yang dipengaruhi oleh interaksi sosial. Oleh karena itu, pencegahan yang efektif perlu menggabungkan pendekatan individual dan lingkungan, misalnya penguatan literasi digital, konseling, pendampingan kelompok, serta penciptaan aktivitas kampus yang mampu mengalihkan perhatian mahasiswa dari penggunaan game berlebihan.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, model matematika SEIR dapat digunakan untuk merepresentasikan penyebaran kecanduan game Mobile Legends: Bang Bang pada mahasiswa angkatan 2023. Model membagi populasi ke dalam empat kompartemen, yaitu rentan (S), terpapar (E), kecanduan (A), dan pulih (R). Perpindahan antar kompartemen dipengaruhi oleh parameter laju paparan, laju perubahan menjadi kecanduan, laju pemulihan, laju pemulihan dari fase terpapar, laju relaps, laju keluar dari sistem, dan laju masuk individu baru.

Analisis model menghasilkan titik kesetimbangan bebas kecanduan dan titik kesetimbangan endemik. Hasil analisis kestabilan lokal menunjukkan bahwa titik kesetimbangan bebas kecanduan tidak stabil karena nilai eigen yang diperoleh memiliki bagian real positif. Kondisi ini menunjukkan



bahwa kecanduan game berpotensi tetap bertahan dalam populasi apabila terdapat mahasiswa yang terpapar atau kecanduan dan tidak ada intervensi yang memadai.

Hasil simulasi numerik menunjukkan bahwa dinamika kecanduan sangat dipengaruhi oleh laju pemulihan dan laju relaps. Skenario pemulihan rendah menyebabkan kompartemen kecanduan meningkat, sedangkan skenario pemulihan tinggi dan relaps rendah mampu menurunkan kompartemen terpapar dan kecanduan secara signifikan serta meningkatkan kompartemen pulih. Dengan demikian, pengendalian kecanduan Mobile Legends pada mahasiswa perlu diarahkan pada peningkatan pemulihan melalui edukasi, konseling, manajemen waktu, dukungan sosial, dan pengurangan faktor pemicu relaps.

Penelitian ini dapat menjadi dasar awal bagi penelitian lanjutan yang mengembangkan model lebih kompleks, seperti SEIRS atau model dengan kontrol optimal. Penelitian berikutnya disarankan menggunakan data longitudinal, estimasi parameter empiris, serta mempertimbangkan faktor eksternal seperti tekanan akademik, peran media sosial, komunitas permainan, dan dukungan keluarga agar model yang dihasilkan semakin mendekati kondisi nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- Alsina, A., & Salgado, M. (2022). Understanding early mathematical modelling: first steps in the process of translation between real-world contexts and mathematics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20(8), 1719-1742. <https://doi.org/10.1007/s10763-021-10232-8>
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). American Psychiatric Publishing.
- Bliss, K. M., Fowler, K. R., & Galluzzo, B. J. (2014). *Math modeling: Getting started and getting solutions*. Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Blum, W., & Ferri, R. B. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1), 45-58.
- Buchan, A., & Taylor, J. (2016). A qualitative exploration of factors affecting group cohesion and team play in Multiplayer Online Battle Arenas (MOBAs). *The Computer Games Journal*, 5, 65-89. <https://doi.org/10.1007/s40869-016-0017-0>
- 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. <https://doi.org/10.1098/rsif.2009.0386>
- 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.
- Fraiwani, M., & Almomani, F. (2025). Internet gaming disorder: Prevalence and associated factors among university students. *Acta Psychologica*, 260, 105690. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2025.105690>



- Heng, K., & Althaus, C. L. (2020). The approximately universal shapes of epidemic curves in the Susceptible-Exposed-Infectious-Recovered (SEIR) model. *Scientific Reports*, 10(1).
<https://doi.org/10.1038/s41598-020-76563-8>
- Kermack, W. O., & McKendrick, A. G. (1927). A contribution to the mathematical theory of epidemics. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A*, 115(772), 700-721.
- Meng, C., Quancai, L., Kunjie, C., Yanyu, X., Wencai, L., & Yiwei, X. (2024). Low self-control, perceived social support and internet gaming addiction. *Frontiers in Psychiatry*, 15, 1-15.
<https://doi.org/10.3389/fpsy.2024.1458626>
- Pebriani, D. (2020). Solusi numerik pada model matematika SEIR kecanduan game online dengan metode perturbasi homotopi [Diploma thesis]. Universitas Negeri Makassar.
- Pontes, H. M., Schivinski, B., Sindermann, C., Li, M., Becker, B., Zhou, M., & Montag, C. (2021). Measurement and conceptualization of gaming disorder according to the World Health Organization framework. *International Journal of Mental Health and Addiction*, 19(2), 508-528.
- Ramadhan, N. R., & Burhan, B. (2021). Numerical solution of SEIRS model of online game addiction on mathematics students using homotopy perturbation method. *JME: Jurnal Madako Education*, 7(2), 12-17.
- Rohmah, N. A. (2024). Model dinamika kecanduan game online menggunakan model epidemi SEIR. *Indonesian Mathematics Education Journal*, 1(2), 161-170.
- Side, S., Azizah Muzakir, N., Pebriani, D., & Utari, S. N. (2020). Model SEIR kecanduan game online pada siswa di SMP Negeri 3 Makassar. *Jurnal Sainsmat*, 9(1), 91-102.
- Torres-Rodriguez, A., Griffiths, M. D., & Carbonell, X. (2018). The treatment of internet gaming disorder: A brief overview of the PIPATIC program. *International Journal of Mental Health and Addiction*, 16, 1000-1015.
- World Health Organization. (2018). International classification of diseases for mortality and morbidity statistics (ICD-11). World Health Organization.
- Xu, Z., Turel, O., & Yuan, Y. (2012). Online game addiction among adolescents: Motivation and prevention factors. *European Journal of Information Systems*, 21(3), 321-340.
<https://doi.org/10.1057/ejis.2011.56>

