

SOLUSI MASALAH BULLYING MENGGUNAKAN PEMODELAN MATEMATIKA DENGAN BIMBINGAN DAN KOUNSELING PADA PELAJAR MADRASAH DI KABUPATEN GOWA

Aisyah Zahra Ramadhani Asya¹, Dahnia Damang², Syafruddin Side^{3,*}, Muhammad Ridho Yusuf SAP⁴, Muhammad Isbar Pratama⁵

MAN Insan Cendekia Gowa^{1,2}

Universitas Negeri Makassar^{3,4,5}

Email: zahroasya2000@gmail.com¹, g-dahnial3637@madrasah.kemenag.go.id².

syafruddin@unm.ac.id², ridhoyusuf@unm.ac.id³, Isbarpratama@unm.ac.id⁴

Corresponding Author: Syafruddin Side email: syafruddin@unm.ac.id

Abstrak. Penelitian ini mengkaji tentang solusi permasalahan bullying menggunakan pemodelan matematika dengan Bimbingan Konseling pada Pelajar Madrasah di Kabupaten Gowa. Tujuan penelitian ini adalah membangun model matematika SBP yang menggambarkan laju Perilaku kasus sosial pembuluan, menganalisis model bullying, mendapatkan solusi bullying dengan bimbingan konseling. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, populasi penelitian adalah siswa-siswi Madrasah Tsanawiyah (MTs) dan Madrasah Aliyah (MA) di Kabupaten Gowa sebanyak 10.463 orang. Jumlah sampel sebanyak 362 orang sebagai data utama penelitian yang diperoleh melalui instrument dan kuesioner secara luring dan daring. Penelitian dimulai dengan membangun model matematika kasus bullying, menganalisis model dan simulasi model berdasarkan data riil untuk menyimpulkan solusi pembuluan dengan bimbingan dan konseling di Madrasah menggunakan Maple. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil sintesis analisis dan simulasi model matematika SBP mengungkapkan dua titik keseimbangan yaitu keseimbangan yang tidak bebas dan bebas dari perilaku kasus sosial pembuluan, hasil simulasi menunjukkan bahwa kasus pembuluan akan selalu ada di kalangan pelajar di MTs dan MA, tetapi nilai bilangan reproduksi dasar $R_0=0,74889$ yang mengindikasikan bahwa proses pembuluan dapat diatasi dan tidak terjadi penyebaran secara psikologi dimana setiap pelajar yang mendapatkan kasus dibuliy tidak mempengaruhi pelajar lainnya dengan memaksimalkan bimbingan dan konseling di Madrasah. Hasil penelitian ini dapat menjadi rujukan bagi sekolah-sekolah yang ada di Indonesia.

Kata Kunci: *Bullying, Model Matematika, Bimbingan dan Konseling*

Abstract. This research examines solutions to bullying problems using mathematical modeling with Guidance Counseling for Madrasah Students in Gowa Regency. The aim of this research is to build a mathematical model of SBP that describes the rate of behavior in social cases of bullying, analyzing bullying models, getting solutions to bullying with counseling guidance. This research uses a quantitative approach, the research population is 10,463 Madrasah Tsanawiyah (MTs) and Madrasah Aliyah (MA) students in Gowa Regency. The total sample was 362 people as the main research data obtained through offline and online instruments and questionnaires. The research began by building a mathematical model of bullying cases, analyzing models and simulating models based on real data to conclude solutions to bullying with guidance and counseling in Madrasahs using Maple. The results of the research show that the synthetic results of the analysis and simulation of the SBP mathematical model reveal two balance points, namely a balance that is not free and free from behavior in social cases of bullying. The simulation results show that cases of bullying will always exist among students in MTs and MA, but the value of the reproduction number basic $R_0=0.74889$ which indicates that the bullying process can be overcome and there is no psychological spread where every student who experiences a case of bullying does not affect other students by maximizing guidance and counseling at the Madrasah. The results of this research can be a reference for schools in Indonesia.

Keywords: *Bullying, Mathematical Modelling, Guidance and Counseling*



A. Pendahuluan

Bullying atau perundungan di Indonesia merupakan masalah yang cukup serius dan telah menjadi perhatian banyak pihak. Bullying dapat terjadi di mana saja, baik di sekolah, di tempat kerja, maupun di lingkungan masyarakat. Berdasarkan laporan UNICEF tahun 2020, satu dari tiga anak di seluruh dunia telah mengalami perundungan dalam bentuk fisik, verbal, atau digital (UNICEF, 2020). Di Indonesia, prevalensi perundungan terjadi pada usia 13-17 tahun dan data UNICEF tahun 2020 menunjukkan bahwa dua dari tiga anak pernah mengalami setidaknya satu jenis tindakan perundungan, yang tiga dari empat di antaranya dilakukan oleh sebaya mereka (UNICEF, 2020). Jejak U-report dari UNICEF juga menunjukkan bahwa hampir 50% anak muda Indonesia berusia 14-24 tahun pernah mengalami setidaknya satu kali perundungan digital, dengan 45% melalui aplikasi chatting dan 41% melalui penyebaran foto atau video tanpa izin (UNICEF, 2020). Hal ini menunjukkan bahwa perundungan masih menjadi masalah serius yang harus ditangani oleh masyarakat nasional dan internasional, sehingga penelitian ini sangat penting dilakukan. Dan diketahui bahwa sekolah atau madrasah merupakan tempat yang paling sering terjadi kasus pembullying baik secara fisik maupun verbal.

Bullying dapat berdampak buruk bagi kesehatan mental dan fisik korban. Korban bullying dapat mengalami stres, depresi, kecemasan, bahkan hingga bunuh diri. Selain itu, bullying juga dapat mempengaruhi prestasi akademik dan sosial korban. Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya bullying di Indonesia antara lain kurangnya kesadaran akan pentingnya pendidikan karakter dan toleransi, pengaruh media sosial yang dapat memperkuat perilaku bullying, serta kurangnya penanganan yang efektif dari pihak sekolah atau lembaga yang berwenang. Oleh karena itu, perlu adanya upaya bersama dari berbagai pihak, baik pemerintah, lembaga pendidikan, masyarakat, dan keluarga untuk mencegah dan menangani masalah bullying di Indonesia.

Sejumlah penelitian sebelumnya telah memfokuskan pada pemodelan matematika terkait penyakit DBD, TB, DM, Malaria, Tipus, dan Covid-19 (Syafuruddin S dan Noorani MSM 2013; Rangkuti dkk. 2014; Nur W dkk. 2018; Poerwanto B dkk. 2018; Sanusi W dkk. 2019; Sanusi W dkk. 2021; Side S 2015; S Side dkk. 2016; Side S dkk. 2017; Side S dkk. 2016; Syafuruddin S dkk. 2020; Syam R dkk. 2021; Side S dkk. 2019; Sanusi W dkk. 2020; Side S dkk. 2021; Anas S dan Side S 2021; Side S dkk. 2021; Maryam H dkk. 2021; Abdy M dkk. 2021; Annas S dkk 2020; S Side dkk. 2021; S Side dkk. 2023; Hasibuan SN dkk. 2019; Mutia R 2020; Nyompa S dkk. 2019; Maria Ulfa dan Mohammad Mulyadi 2020; Anwar A dkk. 2021; Side S dkk. 2021; Side S dkk. 2020; Ansar A dkk. 2021), serta mengkaji berbagai masalah sosial seperti pengangguran, kemiskinan, dan bullying, namun belum ada penelitian yang memodelkan kasus pembullying kedalam model matematika. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh big data terhadap masalah perundungan sosial, khususnya terkait korban bullying. Dalam konteks ini, penelitian sebelumnya tentang pemodelan penyakit dan masalah sosial dapat memberikan wawasan dan landasan teori yang berguna untuk menjelaskan masalah perundungan dan mengembangkan solusi yang efektif. Sehingga dalam penelitian ini membahas solusi yang dapat diberikan untuk menekan masalah kasus sosial pembullying dikalangan pelajar Madrasah Tsanawiah (MTS) dan Madrasah Aliyah Negeri (MAN) di Kabupaten Gowa.

B. Metode Penelitian

1. Waktu Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dan kualitatif, dilaksanakan selama 5 bulan yaitu bulan Mei hingga September 2023 di MAN IC Gowa dan tempat lain yang menunjang pelaksanaan penelitian ini.

2. Sumber data, alat dan bahan

Peneliti menggunakan dua metode pengumpulan data dalam penelitian ini, yaitu pengumpulan data luring dan daring. Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa MTS dan MAN di Kabupaten Gowa yang berjumlah 10.463 orang, dengan menggunakan teori Slovin (Hermawati, A. 2023)



diperoleh jumlah sampel sebanyak 362 orang yang diperoleh melalui penyebaran instrumen angket atau kuisioner secara luring yang telah divalidasi oleh 2 orang pakar. Sedangkan untuk madrasah yang berada di wilayah yang jauh dan terkendala waktu, pengumpulan data dilakukan secara daring dengan membuat google form untuk memudahkan proses pengumpulan data

3. Metode Pemerolehan Data

Metode pengolahan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif kuantitatif. Data yang diperoleh dari instrumen angket atau kuisioner yang diolah dengan menggunakan program pengolahan data seperti Microsoft Excel atau SPSS untuk menghasilkan kuantitatif berupa data angka. Data hasil analisis kemudian dimasukkan kedalam model matematika yang telah dibangun sebelumnya oleh tim peneliti. Sehingga dari proses memodelkan, diperoleh berubah grafik prediksi berdasarkan karakteristik yang telah ditentukan sebelumnya

4. Metode Pengolahan dan Analisis Data

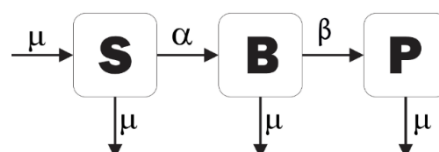
Bagian ini memaparkan rencana peneliti dalam mengolah dan menganalisis data untuk menguji hipotesis (jika ada) atau mendeskripsikan fenomena yang diteliti dan membandingkannya dengan teori yang melandasi penelitian. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membangun model SBP masalah Bullying.
 - a. Menentukan asumsi, variabel, dan parameter yang digunakan untuk model SBP.
 - b. Membentuk model SBP masalah bullying.
2. Menganalisis model SBP masalah bullying.
 - a. Menentukan titik keseimbangan model SBP.
 - b. Menentukan jenis kestabilan titik keseimbangan berdasarkan nilai eigen.
 - c. Menentukan bilangan reproduksi dasar (R_0).
3. Melakukan simulasi model SBP masalah bullying menggunakan *software* Maple.
 - a. Mengumpulkan data dari siswa Madrasah di Kabupaten Gowa.
 - b. Menginput data siswa pada masalah bullying.
 - c. Menginput hasil analisis model ke dalam *software*.
 - d. Menganalisis hasil simulasi.
 - e. Menarik kesimpulan.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Model SBP

Dalam penelitian ini, populasi dalam model ini dibagi menjadi tiga kelas: Kelas Susceptible (S), yang terdiri dari Individu yang rentan menjadi korban Bullying dengan jumlah 128 sampel; Kelas Bullying (E), yang mewakili Individu yang telah menjadi korban Bullying dengan jumlah 48 sampel; dan Kelas Recover (R), yang menunjukkan Individu yang bebas atau pasca Bullying dengan jumlah 186 sampel, sehingga total sampel dalam penelitian ini adalah 362 yang diperoleh dari proses penarikan sampel melalui rumus Slovin terhadap jumlah siswa-siswi Mts-MA kabupaten Gowa. Skema model yang menggambarkan kasus sosial bullying dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini. Sedangkan nilai dan definisi lengkap variabel dan parameter model disajikan pada Tabel 1.



Gambar 1. Skema Model SBP kasus Sosial Pembullying



Tabel 1 Definisi dan nilai Variabel dan parameter dalam model SBP

No	Variabel/ Parameter	Keterangan	Data Rata-rata
1	S	Individu yang rentang menjadi korban Bullying	0,3534
2	B	Individu yang telah menjadi korban Bullying	0,1323
3	P	Individu yang bebas atau pasca Bullying	0,4419
4	μ	Angka kelahiran dan kematian alami	0,1675
5	α	Laju Individu yang merasakan Intimidasi atau ancaman: Korban sering kali mengalami intimidasi fisik, verbal, atau non-verbal.	0,3740
6	β	Laju Individu yang melakukan Pelatihan keterampilan sosial dan emosional: Mengajarkan keterampilan sosial dan emosional kepada korban bullying untuk membantu mereka menghadapi situasi sulit, membangun kepercayaan diri, dan mengembangkan hubungan yang sehat dengan orang lain.	0,2994

Gambar 1 juga dapat dijelaskan dalam bentuk model matematika berupa persamaan diferensial nonlinier sebagai berikut:

$$\frac{dS}{dt} = \mu - \alpha S - \mu S \quad (1.1)$$

$$\frac{dB}{dt} = \alpha S - \beta B - \mu B \quad (1.2)$$

$$\frac{dP}{dt} = \beta B - \mu P \quad (1.3)$$

Model SBP ini telah divalidasi oleh 2 orang pakar dibidang sosial dan matematika dan telah dinyatakan valid sehingga layak untuk digunakan pada tahap analisis model.

2. Penentuan Titik Keseimbangan

Persamaan (1.1) sampai (1.3) mempunyai titik keseimbangan yang merupakan solusi dari $\frac{ds}{dt}, \frac{db}{dt}, \frac{dp}{dt} = (0, 0, 0)$. Jika ruas kanan persamaan tersebut disamakan dengan nol maka diperoleh persamaan (1.4) sampai (1.6) yaitu:

$$\frac{dS}{dt} = \mu - \alpha S - \mu S = 0 \quad (1.4)$$

$$\frac{dB}{dt} = \alpha S - \beta B - \mu B = 0 \quad (1.5)$$

$$\frac{dP}{dt} = \beta B - \mu P = 0 \quad (1.6)$$

Titik keseimbangan pada model SBP ini, dibentuk dua kondisi titik keseimbangan, yaitu titik keseimbangan bebas dan titik keseimbangan tidak bebas.



2.1. Titik Kesetimbangan Bebas

Bebas dapat diasumsikan tidak ada populasi. Titik kesetimbangan bebas terjadi jika $b = 0$. Pada keadaan ini digunakan persamaan (1.4) sampai (1.5) untuk merepresentasikan kesetimbangan sebagai berikut.

Sifat 1

Titik kesetimbangan bebas model SBP diberikan sebagai:

$$(s, b, p) = \left(\frac{\mu}{\mu}, 0, 0 \right)$$

Jadi, berdasarkan titik kesetimbangan bebas untuk kasus sosial bullying setelah nilai parameter pada tabel 1. di substitusi adalah $(S, B, P) = (1, 0, 0)$.

Bukti:

Dengan membuat $b = 0$ pada persamaan (1.4), maka diperoleh persamaan (1.7) sampai (1.10):

$$b = 0 \quad (1.7)$$

$$\mu - \alpha b S - \mu S = 0$$

$$s = \frac{\mu}{\mu + \alpha b} = \frac{\mu}{\mu} = 1 \quad (1.8)$$

$$\beta B - \mu P = 0$$

$$p = \frac{\beta B}{\mu} = \frac{0}{\mu} = 0 \quad (1.9)$$

Jadi, diperoleh titik kesetimbangan yang dilambangkan dengan

$$(s, b, p) = \left(\frac{\mu}{\mu + \alpha}, 0, 0 \right) \quad (1.10)$$

2.2 Titik Kesetimbangan Tidak Bebas

Penentuan titik kesetimbangan tidak bebas diperoleh dengan cara membuat ruas kiri pada persamaan (1.1) sampai (1.3) menjadi bernilai nol, kemudian dicari solusi berupa nilai dari variabel s^* , b^* , p^* .

Sifat 2

Titik kesetimbangan endemik model SBP diberikan sebagai:

$$(s^*, b^*, p^*) = \left(\frac{\mu + \alpha}{\mu}, \frac{\mu\alpha + \alpha^2}{\mu(\beta + \mu)}, \frac{\mu\alpha\beta + \alpha^2\beta}{\mu^2(\beta + \mu)} \right)$$

Bukti:

Membuat persamaan operasi aljabar sederhana dari persamaan (1.1 & 1.2) menjadi bernilai nol, maka diperoleh persamaan (1.11 & 1.12).

$$b1 = \frac{\alpha s}{\beta + \mu} \quad (1.11)$$

$$b2 = \frac{\mu}{(\mu + \alpha)s} \quad (1.12)$$

$$\frac{\mu}{(\mu + \alpha)s} = \frac{\alpha s}{\beta + \mu}; \mu(\beta + \mu) = \alpha s((\mu + \alpha)s); \mu(\beta + \mu) = \alpha s(\mu s + \alpha s); \mu(\beta + \mu) = (\mu s^2 \alpha + \alpha^2 s^2)$$

$$\mu(\beta + \mu) = (\mu\alpha + \alpha^2)s^2$$

$$s^2 = \frac{(\mu\alpha + \alpha^2)}{\mu(\beta + \mu)}; s = \sqrt{\frac{(\mu\alpha + \alpha^2)}{\mu(\beta + \mu)}}$$

$$\text{Maka nilai } s^* = \sqrt{\frac{(\mu\alpha + \alpha^2)}{\mu(\beta + \mu)}} \quad (1.13)$$

dengan persamaan (1.1 & 1.2) disamakan dengan nol, maka diperoleh persamaan (1.14).

Substitusikan S^* maka,

$$b = \frac{\alpha \sqrt{\frac{(\mu\alpha + \alpha^2)}{\mu(\beta + \mu)}}}{\beta + \mu} = \frac{\alpha^2 \frac{(\mu\alpha + \alpha^2)}{\mu(\beta + \mu)}}{\beta + \mu} = \frac{\sqrt{(\mu\alpha^3 + \alpha^4)}}{\beta + \mu} = \frac{\sqrt{(\mu\alpha^3 + \alpha^4)}}{\beta + \mu \sqrt{\mu(\beta + \mu)}} \quad (1.14)$$



$$\text{Maka Nilai } b^* = \frac{\sqrt{(\mu\alpha^3 + \alpha^4)}}{\beta + \mu\sqrt{\mu(\beta + \mu)}} \quad (1.15)$$

dengan persamaan (1.3) disamakan dengan nol, maka diperoleh persamaan (1.16).
 Substitusikan B^* maka,

$$p = \frac{\beta\sqrt{(\mu\alpha^3 + \alpha^4)}}{\beta + \mu\sqrt{\mu(\beta + \mu)}} = \frac{\beta\sqrt{(\mu\alpha^3 + \alpha^4)}}{\beta + \mu\sqrt{\mu(\beta + \mu)}} = \frac{\beta\sqrt{(\mu\alpha^3 + \alpha^4)}}{\beta\mu + \mu^2\sqrt{\mu(\beta + \mu)}} \quad (1.16)$$

$$\text{Maka Nilai } p^* = \frac{\beta\sqrt{(\mu\alpha^3 + \alpha^4)}}{\beta\mu + \mu^2\sqrt{\mu(\beta + \mu)}} \quad (1.17)$$

Jadi, diperoleh titik kesetimbangan tidak bebas yang dilambangkan dengan (s^*, b^*, p^*) sebagai berikut:

$$(s^*, b^*, p^*) = \left(\sqrt{\frac{(\mu\alpha + \alpha^2)}{\mu(\beta + \mu)}}, \frac{\sqrt{(\mu\alpha^3 + \alpha^4)}}{\beta + \mu\sqrt{\mu(\beta + \mu)}}, \frac{\beta\sqrt{(\mu\alpha^3 + \alpha^4)}}{\beta\mu + \mu^2\sqrt{\mu(\beta + \mu)}} \right)$$

kemudian, titik kesetimbangan untuk kasus sosial bullying setelah nilai parameter pada tabel 1. Disubstitusi adalah $(S, B, P) = (0.6354589184, 0.02508537, 0.33945571)$.

3. Bilangan Reproduksi Dasar

Angka reproduksi dasar (R_0) dapat ditentukan menggunakan metode matriks generasi berikutnya. Matriks ini dibentuk dengan mempertimbangkan komponen positif dan negatif laju transmisi dari populasi kasus sosial bullying. Formula untuk menghitung angka reproduksi dasar dapat ditemukan dalam persamaan (1.18):

$$R = F' \cdot (V')^{-1} \quad (1.18)$$

Berdasarkan Persamaan

$$\alpha bs - \beta b - \mu b = 0 \quad (1.19)$$

Sehingga diperoleh

$$F = [\alpha bs], F' = [\alpha s] \quad (1.20)$$

$$V = [\beta b + \mu b - \alpha bs], \quad V' = [\beta + \mu] \quad (1.21)$$

Maka didapatkan invers dari matriks persamaan (1.22) yaitu

$$(V')^{-1} = \left[\frac{1}{\beta + \mu} \right] \quad (1.22)$$

Selanjutnya akan ditentukan nilai eigen dari matriks R , berdasarkan Persamaan (1.23) $R =$

$$[\alpha s] \left[\frac{1}{\beta + \mu} \right] \quad R = \left[\frac{\alpha s}{\beta + \mu} \right] \quad (1.23)$$

Setelah diperoleh matriks R pada persamaan (1.32), selanjutnya akan dicari nilai eigennya dengan rumus $Det(\lambda I - R) = 0$, dengan I adalah matriks identitas. Bilangan reproduksi dasar akan ditentukan berdasarkan nilai nilai eigen (λ) terbesar.

$$|\lambda I - R| = \left| \left(\lambda - \left[\frac{\alpha s}{\beta + \mu} \right] \right) \right| = 0 \quad (1.24)$$

Sehingga dengan menggunakan operasi penjumlahan matriks diatas diperoleh dua nilai lambda yang merupakan nilai eigen berdasarkan persamaan (1.25) yaitu

$$\lambda = \left[\frac{\alpha s}{\beta + \mu} \right]$$

Maka nilai lambda diatas didapatkan nilai eigen terbesar seperti pada Persamaan (1.25).

$$\lambda = \left[\frac{\alpha s}{\beta + \mu} \right] \quad (1.25)$$

dengan nilai lambda terbesar dibandingkan dengan λ_2 dengan asumsi terjadi laju parameter dan adanya populasi dalam model. Sehingga berdasarkan nilai eigen terbesar yang disubstitusikan nilai titik kesetimbangan bebas diperoleh bilangan reproduksi dasar :



$$R_0 = \frac{\alpha s}{\beta + \mu} = \frac{\alpha \frac{\mu}{s}}{\beta + \mu} = \frac{\alpha}{\beta + \mu} \quad (1.26)$$

Berdasarkan persamaan diatas, akan diperoleh bilangan reproduksi dasar $R_0 = 0.74889$ yang berarti bahwa proses pembulyang tidak terjadi penyebaran secara psikologi, dimana setiap tidak mempengaruhi individu lainnya

4. Kestabilan Model SBP

Berdasarkan persamaan (1.1) - (1.3), matriks Jacobian (J) dapat dibentuk sebagai berikut:

$$J = \begin{bmatrix} -\alpha b - \mu & -\alpha s & 0 \\ \alpha b & -\alpha s - \beta - \mu & -\varepsilon \\ 0 & -\beta & -\varepsilon - \mu \end{bmatrix} \quad (1.27)$$

Teorema

Titik kesetimbangan dalam model matematika pada kasus pembulyan dianggap stabil jika angka reproduksi dasar (R_0) kurang dari atau sama dengan 1 ($R_0 \leq 1$), dan dianggap tidak stabil jika R_0 lebih besar dari 1 ($R_0 > 1$).

Bukti:

Titik kesetimbangan dimasukkan ke dalam matriks J pada persamaan (1.27),

$$J = \begin{bmatrix} -\alpha b - \mu & -\alpha s & 0 \\ \alpha b & -\alpha s - \beta - \mu & -\varepsilon \\ 0 & -\beta & -\varepsilon - \mu \end{bmatrix}$$

Kemudian, nilai eigen dari matriks dalam persamaan (1.27) ditentukan, dengan deskripsi sebagai berikut:

$$|\lambda I - J| = 0$$

$$\bullet \quad |\lambda I - J| = \left| \left(\lambda \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} -\alpha b - \mu & -\alpha s & 0 \\ \alpha b & -\alpha s - \beta - \mu & -\varepsilon \\ 0 & -\beta & -\varepsilon - \mu \end{bmatrix} \right) \right| = 0$$

$$|\lambda I - J| = \left| \begin{bmatrix} -\alpha b - \mu - \lambda & -\alpha s & 0 \\ \alpha b & -\alpha s - \beta - \mu - \lambda & -\varepsilon \\ 0 & -\beta & -\varepsilon - \mu - \lambda \end{bmatrix} \right| = 0$$

Selanjutnya, determinan akan dihitung, menghasilkan:

$$2\alpha^{2bs} - 2\alpha^{2b\mu s} + \alpha\beta b\lambda - \alpha\beta b\mu - \alpha b\lambda^2 + 2\alpha b\lambda\mu - \alpha b\mu^2 - \alpha\lambda^{2s} + 2\alpha\lambda\mu s - \alpha\mu^{2s} - \beta\lambda^2 + 2\beta\lambda\mu - \beta\mu^2 + \lambda^3 - 3\lambda^2\mu + 3\lambda\mu^2 - \mu^3 \quad (1.29)$$

Berdasarkan aturan tanda Descartes, persamaan (1.29) akan memiliki akar yang semuanya negatif jika semua tanda dalam setiap positif. Oleh itu, disimpulkan bahwa titik kesetimbangan untuk perilaku bullying dianggap stabil ketika $R_0 \leq 1$ dan tidak stabil jika $R_0 > 1$.

5. Nilai Eigen

Berdasarkan persamaan (1.28), diperoleh nilai-nilai eigen model yaitu:

$$\lambda = \mu, \quad \lambda = -\left(-\frac{\alpha b}{2} - \frac{\alpha s}{2} - \frac{\beta}{2} - \mu + \frac{1}{2} \sqrt{\alpha^{2b^2} - 6\alpha^{2bs} + \alpha^{2s^2} - 2\alpha\beta b + 2\alpha\beta s + \beta^2} \right)$$

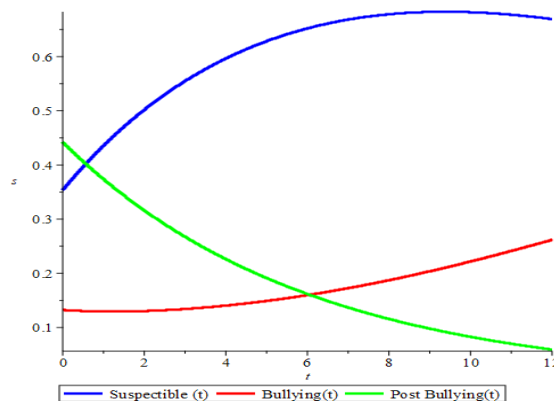
$$\text{dan } \lambda = -\left(-\frac{\alpha b}{2} - \frac{\alpha s}{2} - \frac{\beta}{2} + \lambda - \mu - \frac{1}{2} \sqrt{\alpha^{2b^2} - 6\alpha^{2bs} + \alpha^{2s^2} - 2\alpha\beta b + 2\alpha\beta s + \beta^2} \right)$$



Nilai-nilai λ yang diperoleh pada titik kesetimbangan (1.28) adalah bilangan real dan negatif. Mengacu pada sifat-sifat stabilitas, jenis stabilitas pada titik kesetimbangan ini adalah stabil secara asimptotik.

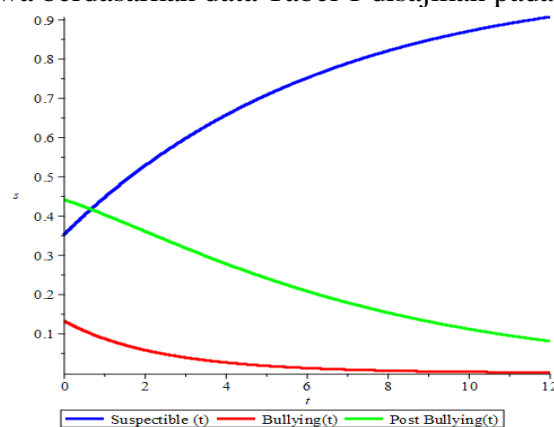
Jadi, stabilitas dari model SBP Perilaku Bullying adalah $(S, B, P) = (-0.02, -0.02, -0.07)$ dan $(S^*, B^*, P^*) = (-0.02, -0.02015108962, -0.05525391038)$. Oleh karena itu, jenis stabilitas pada kedua titik kesetimbangan adalah stabilitas asimptotik

6. Hasil Simulasi model SBP Perilaku Bullying



Gambar 2. Grafik model SBP Perilaku Bullying tanpa solusi pada Siswa MTS dan MAN di Kabupaten Gowa

Hasil simulasi yang menggambarkan solusi masalah sosial pembulyan di kalangan siswa MTS dan MAN di Kabupaten Gowa berdasarkan data Tabel 1 disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 3. Grafik model SBP Perilaku Bullying dengan solusi pada Siswa MTS dan MAN di Kabupaten Gowa.

Pada Gambar 2. terlihat bahwa jumlah sampel yang berpotensi mengalami kenaikan signifikan dari pengamatan 0.35 menuju ke 0.68-0.7 dalam 8-9 bulan. Sampel individu yang dibully mengalami kenaikan kurang lebih 10% dari 0.14 menjadi 0.26 dalam 12 bulan. Sampel yang bebas dari mengalami penurunan hingga hampir menyampai 0% individu yang sembuh jika kita tidak melakukan pencegahan.

Pada Gambar 3. terlihat bahwa jumlah sampel yang berpotensi mengalami kenaikan signifikan dari pengamatan titik 0.35 menuju ke titik 0.9 dalam 12 bulan. Sampel individu yang dibully mengalami kenaikan kurang lebih penurunan hampir mencapai 0% dalam 12 bulan dengan solusi terapi dan bimbingan konseling, walaupun individu yang sembuh juga mengalami penurunan sebanyak 35%.. Secara umum hasil simulasi model matematika SBP Pembulyan di kabupaten Gowa dapat dilihat pada bilangan reproduksi dasar atau R_0 yang merupakan bilangan yang dapat menjelaskan tentang potensi penyebaran dalam suatu populasi. Dimana diperoleh nilai $R_0 = 0.74889$ yang berarti



bahwa proses pembullying tidak terjadi penyebaran secara psikologi, dimana setiap tidak mempengaruhi individu lainnya. Sehingga dapat diartikan penyebaran berdasarkan titik-titik kesetimbangannya cenderung stabil dan potensi penyebarannya akan rendah.

Pembahasan

Hasil simulasi menggunakan model matematika untuk mengatasi permasalahan bullying pada pelajar Madrasah di Kabupaten Gowa dengan mengamati perubahan signifikan dalam jumlah sampel yang berpotensi mengalami kenaikan dalam tingkat bullying dan juga perubahan dalam tingkat pemulihan individu yang telah mengalami bullying. Solusi terapi dan bimbingan konseling juga telah menjadi bagian penting dalam mengatasi permasalahan ini.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa jumlah sampel yang berpotensi mengalami kenaikan dalam tingkat bullying meningkat dari 35% menuju 68-70% dalam 8-9 bulan. Hal ini mengindikasikan bahwa permasalahan bullying di kalangan pelajar Madrasah di Kabupaten Gowa cenderung meningkat dalam waktu yang relatif singkat jika tidak ada tindakan yang diambil. Selain itu, individu yang menjadi korban bullying mengalami peningkatan jumlah sekitar 10% dari 14% menjadi 26% dalam 12 bulan.

Dengan penerapan solusi terapi dan bimbingan konseling, kita mengamati bahwa jumlah sampel yang berpotensi mengalami kenaikan dari tingkat bullying dapat turun signifikan dari 35% menuju ke 90% dalam 12 bulan. Ini menunjukkan bahwa upaya terapi dan konseling memiliki potensi besar untuk mengurangi permasalahan bullying di kalangan pelajar Madrasah. Namun, perlu dicatat bahwa individu yang sembuh juga mengalami penurunan sekitar 35%, yang mungkin disebabkan oleh perubahan dalam cara individu tersebut menghadapi situasi bullying atau perubahan dalam interaksi sosial mereka.

Analisis bilangan reproduksi dasar (R_0) menunjukkan bahwa nilai R_0 sebesar 0,74889, yang berarti bahwa proses bullying tidak memiliki potensi penyebaran yang signifikan dari individu ke individu lainnya dalam suatu populasi. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Anwar A dkk. 2021; Side S dkk. 2021; Side S dkk. 2020; Ansar A dkk. 2021) yaitu jika nilai $R_0 < 1$, maka kasus kecanduan gameonline dan media sosial dapat diatasi dengan pengawasan orang tua. Hasil penelitian pada kasus pembullying ini mengindikasikan bahwa permasalahan bullying cenderung stabil dan potensi penyebarannya rendah.

Dengan demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan model matematika dengan bimbingan konseling sebagai solusi untuk mengatasi permasalahan bullying di kalangan pelajar Madrasah di Kabupaten Gowa memiliki potensi untuk mengurangi tingkat bullying dan meningkatkan kesejahteraan individu. Solusi terapi dan bimbingan konseling merupakan langkah yang penting dalam menghadapi permasalahan ini, dan hasil simulasi menunjukkan bahwa pendekatan ini dapat memberikan manfaat besar bagi komunitas pendidikan di Kabupaten Gowa.

D. Kesimpulan

Penelitian ini menggunakan model matematika untuk mengatasi permasalahan bullying di kalangan pelajar Madrasah di Kabupaten Gowa. Dalam membangun model, ditemukan titik kesetimbangan bebas dan tidak bebas serta kestabilan model yang bersifat stabil asimtotik. Hasil penelitian menunjukkan perubahan signifikan dalam jumlah sampel yang berpotensi mengalami peningkatan tingkat bullying dan juga perubahan dalam pemulihan individu yang telah mengalami bullying. Simulasi mengindikasikan potensi peningkatan tingkat bullying dalam waktu singkat tanpa tindakan, tetapi dengan penerapan terapi dan konseling, tingkat bullying dapat turun secara signifikan. Analisis $R_0=0.74889$ menunjukkan tingkat penyebaran yang rendah. Penelitian ini menyoroti pentingnya solusi terapi dan konseling dalam mengatasi permasalahan bullying di kalangan pelajar Madrasah di Kabupaten Gowa, dengan potensi manfaat besar bagi komunitas pendidikan



Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami berikan kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi, Pusat Prestasi Nasional dan MAN IC Gowa yang telah mendukung penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- Abdy, M., Side, S., Annas, S., Nur, W., & Sanusi, W. (2021). An SIR epidemic model for COVID-19 spread with fuzzy parameter: The case of Indonesia. *Advances in difference equations*, 2021(1), 1-17.
- Anas, S., & Side, S. (2021). Analysis and simulation of mathematical model for typhus disease in Makassar. *Journal of Physics: Conference Series*, 1918(4), 042025.
- Annas, S., Pratama, M. I., Rifandi, M., 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.
- Annas, S., Side, S., Pandjajangi, A. M. R. Y. S. A., Syahrul, N. F., & Arradiyah, L. (2021). Using SAPR model for solution of social poverty problem due to COVID-19 in Makassar City. *Jurnal Varian*, 5(1), 47-58.
- Ansar, A., Syam, R., Sidjara, S., & Side, S. (2021). Mathematical modeling of APKA on dynamics unemployment rate in Makassar City. *Journal of Physics: Conference Series*, 1899(1), 012089.
- Anwar, A., Syam, R., Pratama, M. I., & Side, S. (2021). SEIRS model analysis for online game addiction problem of mathematics students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1918(4), 042024.
- APA. (2023). Bullying. [Internet]. [diakses 30 maret 2023]. Sumber: <https://www.apa.org/topics/bullying>.
- Cambridge. (2022). Bullying. [Internet]. [diakses 30 maret 2023]. Sumber: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/bullying>.
- Hasibuan, S. N., Juanda, B., & Mulatsih, S. (2019). Analisis sebaran dan faktor penyebab kemiskinan di Kabupaten Bandung Barat. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 7(2), 79-91.
- Hermawati, A. (2023). Pengaruh Penanganan Keluhan, Komunikasi Pemasaran dan Kepercayaan terhadap Loyalitas (Literature Review Manajemen Pemasaran), *Jurnal Manajemen dan Pemasaran Digital*, 1(1).
- Maria Ulfa, & Mohammad Mulyadi. (2020). Analisis dampak kredit usaha rakyat pada sektor usaha mikro terhadap penanggulangan kemiskinan di Kota Makassar. *Aspirasi: Jurnal Masalah-Masalah Sosial*, 11(1).
- Maryam, H., Abdy, M., & Side, S. (2021). SEIAS-SEI model on asymptomatic and super infection malaria with imperfect vaccination. *Journal of Physics: Conference Series*, 1918(4), 042028.
- Mutia, R. (2020). Analisis penyebab kemiskinan petani sektor perkebunan rakyat di Provinsi Aceh, berdasarkan faktor individu dan rumah tangga. *Kinerja*, 17(1), 129-139.



- NCAB. (2023). Definition of bullying. [Internet]. [diakses 30 maret 2023]. Sumber: <https://www.ncab.org.au/bullying-advice/bullying-for-parents/definition-of-bullying/>.
- Nur, W., Rachman, H., Abdal, N. M., Abdy, M., & Side, S. (2018). SIR model analysis for transmission of dengue fever disease with climate factors using Lyapunov function. *Journal of Physics: Conference Series*, 1028(1), 012117.
- Nyompa, S., Maru, R., & Amal. (2019). Analisis kepadatan penduduk dengan tingkat kemiskinan di Kota Makassar. *Prosiding Seminar Nasional LP2M UNM*, 902-906.
- Poerwanto, B., Fa'Rifah, R. Y., Sanusi, W., & Side, S. (2018). A Matlab code to compute prediction of survival trends in patients with DHF. *Journal of Physics: Conference Series*, 1028(1), 012113.
- Rangkuti, Y. M., Side, S., & Noorani, M. S. M. (2014). Numerical analytic solution of SIR model of dengue fever disease in south Sulawesi using homotopy perturbation method and variational iteration method. *Journal of Mathematical and Fundamental Sciences*, 46(1), 91-105.
- Saman, A., Side, S., Pratama, M. I., & Sanusi, W. (2022). Optimal control of the SEIR model of online game addiction using guidance and counseling. *Engineering Letters*, 30(3), 1-5.
- Sanusi, W., Badwi, N., Zaki, A., Pratama, M. I., & Side, S. (2021). Analysis and Simulation of SIRS Model for Dengue Fever Transmission in South Sulawesi, Indonesia. *Journal of Applied Mathematics*, 2021, 2918080.
- Sanusi, W., Side, S., Badwi, N., Pratama, M. I., & Sidjara, S. (2019). A SEIRS Model Analysis and Simulation for Dengue Fever Transmission. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 8(10), 1048-1053.
- Sanusi, W., Side, S., Pratama, M. I., & Aidid, M. K. (2020). Analysis and simulation of SII model for diabetes mellitus. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 9(1), 2193-2197.
- Side, S. (2015). A susceptible-infected-recovered model and simulation for transmission of tuberculosis. *Adv Sci Lett*, 21(2), 137-139.
- Side, S., Astari, G. P., Pratama, M. I., & Sanusi, W. (2019). Numerical solution of diabetes mellitus model without genetic factors with treatment using Runge Kutta method. *Journal of Physics: Conference Series*, 1244(1), 012021.
- Side, S., Badwi, N., Abdy, M., & Sanusi, W. (2021). SEIR model and simulation for typhus disease. *Journal of Physics: Conference Series*, 1752(1), 012003.
- Side, S., Badwi, N., Sjahrir, N., Pratama, M. I., Rifandi, M., & Annas, S. (2023). Analysis and simulation of SIR model for COVID-19 spreading with the effect of offline learning and vaccination: A case study of Indonesia. *International Journal of Mathematical Modelling and Numerical Optimisation*, 13(1),
- Side, S., Hulinggi, P. K. M., Syam, H. K., Irfan, M., & Taufik, A. G. P. (2021). The effectiveness of vaccination against the spread of COVID-19 with SEIR mathematical modeling in Gowa district. *Jurnal Varian*, 5(1), 17-28.



- 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(2), 126-138.
- Side, S., Zaki, A., & Sartika, S. (2021). Pemodelan Matematika SIRI pada Penyebaran Penyakit Tifus di SULSEL. *Journal of Mathematics, Computations, and Statistics*, 4(2), 55-65.
- Syafruddin, S., & Noorani, M. S. M. (2013). Lyapunov function of SIR and SEIR model for transmission of dengue fever disease. *International Journal of Simulation and Process Modelling*, 8(2-3), 177-184.
- Syam, R., Side, S., & Said, C. S. (2021). Model SEIRS penyebaran penyakit tuberkulosis di Kota Makassar. *Journal of Mathematics, Computations, and Statistics*, 3(1), 11-19.
- UNICEF. (2020). Cyberbullying: [Internet]. [diakses 30 maret 2023]. Sumber: <https://www.unicef.org/indonesia/id/child-protection/apa-itu-cyberbullying>.
- UNICEF. (2020). Perundungan di Indonesia: Fakta-fakta kunci, solusi dan rekomendasi. New York: UNICEF.

