

## PENGARUH MOBILITAS PENDUDUK TERHADAP PENYEBARAN HIV DENGAN MENERAPKAN MODEL SEIR

**Sahrudin<sup>1</sup>, Dwi Andini<sup>2</sup>, Sandrina Malakiano Ritonga<sup>3</sup>, Intan Janurianty<sup>4</sup>, Ade Widya<sup>5</sup>**

Prodi Matematika, FST, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan-Indonesia 20353

**Email:** <sup>1</sup>sahrudinlingga5@gmail.com, <sup>2</sup>andinidwi097@gmail.com,

<sup>3</sup>sandrinalakianoritonga@gmail.com, <sup>4</sup>intanpermata199005@gmail.com,

<sup>5</sup>widyaade233@gmail.com

### ABSTRAK

*Human Immunodeficiency Virus (HIV)* adalah virus penyebab penyakit *Acquired Immunodeficiency Syndrome (AIDS)*. Virus ini menyerang sistem kekebalan tubuh dengan merusak salah satu elemen pentingnya, yaitu sel darah putih yang dikenal sebagai *T lymphocyte* atau sel limfosit. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh mobilitas penduduk terhadap penyebaran HIV di Provinsi Sumatera Utara menggunakan model SEIR (*Susceptible, Exposed, Infected, Recovered*). Data yang digunakan meliputi jumlah penduduk dan kasus baru HIV pada tahun 2023 di 33 kabupaten/kota di wilayah ini. Model SEIR dimodifikasi dengan mempertimbangkan tingkat mobilitas penduduk untuk menghitung laju transmisi penyakit. Hasil analisis menunjukkan bahwa wilayah dengan tingkat mobilitas tinggi, seperti Medan dan Deli Serdang, memiliki jumlah kasus baru HIV yang signifikan, masing-masing 1.200 dan 144 kasus. Sebaliknya, wilayah dengan populasi kecil dan mobilitas rendah, seperti Pakpak Bharat dan Nias Utara, mencatat jumlah kasus HIV yang rendah atau tidak ada. Penelitian ini menunjukkan korelasi antara mobilitas penduduk dengan penyebaran HIV, sehingga diperlukan strategi pencegahan yang berfokus pada wilayah dengan tingkat mobilitas tinggi.

**Kata kunci:** HIV, Model SEIR, Mobilitas Penduduk

### ABSTRACT

*Human Immunodeficiency Virus (HIV)* is a virus that causes *Acquired Immunodeficiency Syndrome (AIDS)*. This virus attacks the immune system by destroying one of its important elements, namely white blood cells known as *T lymphocytes* or *lymphocyte cells*. This study aims to analyze the influence of population mobility on the spread of HIV in North Sumatra Province using the SEIR (*Susceptible, Exposed, Infected, Recovered*) model. The data used includes the population and new HIV cases in 2023 in 33 districts/cities in this region. The SEIR model was modified to take into account the level of population mobility to calculate the disease transmission rate. The results of the analysis show that areas with high levels of mobility, such as Medan and Deli Serdang, have a significant number of new HIV cases, 1,200 and 144 cases respectively. In contrast, areas with small populations and low mobility, such as Pakpak Bharat and North Nias, recorded low or no HIV cases. This research shows a correlation between population mobility and the spread of HIV, so prevention strategies are needed that focus on areas with high levels of mobility.

**Keywords:** HIV, SEIR Model, Population Mobility,

#### A. Pendahuluan

*Human Immunodeficiency Virus (HIV)* adalah virus penyebab penyakit *Acquired Immunodeficiency Syndrome (AIDS)*. Virus ini menyerang sistem kekebalan tubuh dengan merusak salah satu elemen pentingnya, yaitu sel darah putih yang dikenal sebagai *T lymphocyte* atau sel limfosit. HIV melemahkan sistem kekebalan tubuh, sehingga penderitanya menjadi rentan terhadap berbagai penyakit (Azizah, 2019). *Human Immunodeficiency Virus (HIV)* dan *Acquired Immunodeficiency Syndrome (AIDS)* merupakan ancaman serius

yang dihadapi oleh bangsa Indonesia. *AIDS (Acquired Immune Deficiency Syndrome)* adalah sekumpulan gejala dan infeksi, atau yang sering disebut sindrom, yang disebabkan oleh kerusakan sistem kekebalan tubuh manusia akibat virus HIV (Asri, 2021). Dalam sepuluh tahun terakhir, jumlah kasus HIV/AIDS terus meningkat, dengan angka mencapai 519.158 orang pada tahun 2022, yang menunjukkan tingginya prevalensi penyakit ini. Penyebaran HIV/AIDS berkembang dengan sangat cepat. Pemerintah Indonesia telah menerapkan kebijakan nasional untuk menanggulangi

HIV/AIDS, yang mencakup strategi penggunaan kondom, terapi substitusi metadon, serta distribusi jarum suntik steril (Prasetya, 2024).

Penyebaran HIV dan AIDS telah berkembang dari epidemi tingkat rendah ke tingkat epidemi di antara kelompok berisiko tinggi dan menjadi penyebab kekhawatiran bagi masyarakat global. Hal ini karena saat ini belum ada obat atau vaksin pencegahan yang diketahui, dan perkembangan penyakit HIV dan AIDS terjadi dalam periode tanpa gejala yang relatif panjang (Najwa, 2024). HIV/AIDS telah menjadi masalah kesehatan global yang menjangkiti masyarakat di berbagai negara, karena hingga saat ini belum ada vaksin atau obat yang efektif untuk mencegah penyebarannya. (Alfiani, 2021).

Menurut data Kementerian Kesehatan Republik Indonesia tahun 2021, tercatat 36.902 kasus HIV, dengan mayoritas penderitanya berada dalam kelompok usia produktif. Sebagian besar kasus ditemukan pada rentang usia 25-49 tahun, yakni sebesar 69,7%, diikuti kelompok usia 20-24 tahun sebanyak 16,9%, dan kelompok usia 15-19 tahun sebesar 3,1%. Selain itu, kasus AIDS pada tahun yang sama paling banyak terjadi pada kelompok usia 30-39 tahun. HIV merupakan virus yang menyerang sel darah putih yang memiliki peran penting dalam sistem kekebalan tubuh. Infeksi virus ini dapat melemahkan fungsi sistem kekebalan sehingga tubuh tidak dapat bekerja secara optimal. Penularan HIV terjadi melalui cairan tubuh seperti semen, cairan vagina, dan darah. Berdasarkan Kementerian Kesehatan, penularan virus ini terutama terjadi melalui cairan sperma dan vagina yang mengandung konsentrasi virus tinggi, terlebih jika disertai infeksi menular seksual (IMS), yang meningkatkan risiko penularan. HIV/AIDS memengaruhi berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk hukum, ekonomi, sosial, budaya, agama, dan politik, secara langsung maupun tidak langsung.

Dari 40 juta orang di dunia yang telah terjangkit HIV, lebih dari 95% terkena di negara-negara berkembang. Saat ini, tersedia informasi yang menunjukkan bahwa lebih dari setengah dari kasus HIV baru terjadi pada remaja berusia 15 hingga 24 tahun, yang membuat mereka turut terlibat dalam krisis AIDS (Maulana, 2024). HIV/AIDS pada remaja merupakan isu penting yang perlu mendapat perhatian, mengingat perilaku remaja yang semakin rentan terhadap penularan virus ini. Tingginya kasus HIV/AIDS

di kalangan remaja disebabkan oleh kurangnya pengetahuan serta ketidakpedulian terhadap risiko penularan yang dapat terjadi.

Di Provinsi Sumatera Utara tepatnya di kota medan sendiri berdasarkan data dinas kesehatan Sumut kasus HIV kumulatif (1992-Oktober 2023) tercatat mencapai 25.665 kasus. Pada awal tahun 2024 kasus pasien yang terkena HIV meningkat, sekarang tercatat pasien HIV mencapai 600 tiap bulannya. Nyatanya HIV ini sangat berbahaya jika tertular kepada orang lain apalagi seperti ibu hamil yang tertular HIV maka akan di curahkan kepada anaknya dan di pastikan anaknya berpotensi terkena virus HIV. Masa remaja merupakan periode di mana individu mengalami tingkat mobilitas sosial yang sangat tinggi. Mobilitas yang intens ini memberikan peluang bagi remaja untuk terpapar berbagai perubahan sosial, budaya, serta transformasi fisik dan psikologis. Hal tersebut menjadikan remaja lebih rentan terhadap penularan berbagai penyakit, terutama HIV/AIDS (Muhaimin, 2023).

Mobilitas penduduk didefinisikan sebagai pergerakan penduduk yang melewati wilayah tertentu dalam kurun waktu tertentu (Haryono, 2017). Mobilitas penduduk merujuk pada perpindahan orang dari satu wilayah ke wilayah lain dalam periode tertentu, yang diperkirakan akan terus meningkat seiring dengan semakin mudahnya akses transportasi dan komunikasi. Pada dasarnya, mobilitas manusia dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas hidup, mulai dari pemenuhan kebutuhan dasar seperti pangan hingga kebutuhan sekunder lainnya. Dengan kata lain, seseorang melakukan mobilitas untuk memperoleh pekerjaan dan penghasilan yang lebih baik. Oleh karena itu, daerah yang menjadi tujuan mobilitas penduduk adalah daerah yang menawarkan peluang lebih besar untuk mendapatkan pekerjaan yang lebih baik atau peningkatan pendapatan (Pelengkahu, 2021). Faktor-faktor yang mendorong perpindahan ini meliputi berkurangnya sumber daya alam, terbatasnya lapangan kerja, tekanan sosial atau diskriminasi, ketidakcocokan budaya, alasan pekerjaan dan pernikahan, bencana alam, peluang kerja yang lebih baik, pendidikan yang lebih berkualitas, lingkungan yang lebih nyaman, serta aktivitas di kawasan perkotaan. Perpindahan penduduk dapat memengaruhi kondisi kesehatan, khususnya dalam penyebaran penyakit menular. Penyakit menular adalah

infeksi yang disebabkan oleh mikroorganisme seperti virus, bakteri, parasit, atau jamur. Salah satu penyakit menular yang relevan adalah HIV (*Human Immunodeficiency Virus*) (Kujariningrum, 2021).

Tidak hanya sektor kesehatan yang terkena dampak virus HIV/AIDS, tetapi juga sektor ekonomi, pembangunan, dan sosial. Untuk mencegah HIV/AIDS, tempat kerja harus menerapkan prinsip pencegahan dan pengendalian melalui sosialisasi, pendidikan, dukungan, dan kampanye anti-stigma dan diskriminasi (Sincihu, 2023).

HIV merupakan virus yang menyerang sistem kekebalan tubuh dan dapat menyebar melalui kontak dengan darah, cairan tubuh, atau dari ibu kepada bayinya selama masa kehamilan, proses persalinan, atau menyusui. Mobilitas penduduk sangat berpengaruh terhadap penyebaran HIV, terutama di kota-kota besar seperti Medan. Ketika orang-orang berpindah dari satu tempat ke tempat lain, mereka dapat membawa dan menyebarkan virus tersebut ke daerah baru, yang menyebabkan peningkatan jumlah kasus HIV. Dengan meningkatnya mobilitas, risiko penyebaran HIV juga meningkat, sehingga penting untuk memiliki strategi pencegahan dan edukasi yang efektif untuk mengurangi penyebaran penyakit ini.

## B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan penerapan model matematika SEIR untuk menggambarkan penyebaran HIV. Data yang digunakan mencakup jumlah penduduk serta angka kasus HIV baru di tiap kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara pada tahun 2023. Sumber data diperoleh dari Dinas Kesehatan Provinsi Sumatera Utara serta laporan tahunan terkait HIV.

### Model SEIR

Matematika adalah ilmu yang fokus pada keteraturan, struktur yang terorganisasi, dan konsep-konsep yang disusun secara hierarkis. Konsep-konsep tersebut memiliki struktur dan sistematika, dimulai dari konsep sederhana hingga yang paling kompleks (Hasratuddin, 2020). Menurut Kemendikbud 2013, tujuan pembelajaran matematika mencakup lima hal, yaitu: meningkatkan kemampuan intelektual, mengasah kemampuan dalam menyelesaikan masalah mencapai hasil belajar yang optimal, melatih keterampilan berkomunikasi, dan

mengembangkan karakter peserta didik (Ribaah, 2024). Salah satu karakteristik peserta didik adalah kesiapan belajar (Joosten & Cusatis, 2020). Model matematika merupakan alat yang berfungsi untuk mempelajari pola penyebaran penyakit, yang sering disebut sebagai model matematika epidemiologi. Model klasik dalam penyebaran penyakit yang terkenal adalah model SIR (*Susceptible, Infected, and Recovered*) yang dikembangkan oleh Kermack pada tahun 1927. Model ini membagi populasi menjadi tiga kelompok utama: *Susceptible*, yang mencakup individu yang sehat tetapi rentan terhadap infeksi; *Infected*, yang mencakup individu yang terinfeksi dan dapat menyebarkan penyakit; serta *Recovered*, yang mencakup individu yang telah sembuh dan memiliki kekebalan terhadap penyakit tersebut. Beberapa penyakit memiliki masa inkubasi atau periode laten, yaitu waktu antara seseorang terpapar penyakit hingga menjadi mampu menularkannya. Masa inkubasi ini menambahkan kelompok baru dalam model, yaitu *Exposed*, yang mencakup individu yang terpapar tetapi belum dapat menularkan penyakit. Penambahan kelompok ini mengembangkan model SIR menjadi model SEIR (Jannah, 2021). Model SEIR digunakan untuk mempelajari dinamika penyebaran HIV dalam populasi yang dibagi menjadi empat kompartemen :

S (*Susceptible*): Individu yang rentan terhadap HIV

E (*Exposed*): Individu yang telah terpapar HIV tetapi belum dapat menularkan penyakit.

I (*Infected*): Individu yang terinfeksi dan dapat menularkan HIV.

R (*Recovered*): Individu yang sembuh atau tidak lagi menularkan HIV

Persamaan diferensial yang digunakan dalam model SEIR adalah sebagai berikut:

$$\frac{dS}{dt} = -\beta \cdot S \cdot I \quad (1)$$

$$\frac{dE}{dt} = \beta \cdot S \cdot I - \sigma \cdot E \quad (2)$$

$$\frac{dI}{dt} = \sigma \cdot E - \gamma \cdot I \quad (3)$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma \cdot I \quad (4)$$

Dimana:

$\beta$  adalah laju transmisi penyakit,

$\sigma$  adalah laju transisi dari *Exposed* ke *infected*,

$\gamma$  adalah laju pemulihan atau mortalitas.

### Pengaruh Mobilitas Penduduk

Untuk memasukkan mobilitas penduduk dalam model, kita mengasumsikan bahwa laju transmisi ( $\beta$ ) lebih tinggi di wilayah dengan mobilitas penduduk yang tinggi (misalnya Medan dan Deli Serdang), yang berarti mobilitas mempengaruhi penyebaran HIV. Kita menyesuaikan  $\beta$  berdasarkan tingkat mobilitas penduduk antarwilayah:

Wilayah dengan mobilitas tinggi:  $\beta = 0,25$

Wilayah dengan mobilitas rendah:  $\beta = 0,15$

Data yang Digunakan Data yang digunakan dalam penelitian ini mencakup:

Populasi setiap kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara pada tahun 2023.

Kasus baru HIV di setiap kabupaten/kota yang diperoleh dari laporan Dinas Kesehatan.

Parameter model SEIR yang ditetapkan berdasarkan literatur, yaitu:

$\beta = 0,2$  (laju transmisi dasar),

$\sigma = 0,1$  (laju transisi dari *Exposed* ke *Infected*),

$\gamma = 0$  (laju pemulihan dibuat 0 karena karakteristik penyakit HIV yang tidak dapat sembuh total).

### C. Hasil dan Pembahasan

Provinsi Sumatera Utara terdiri dari 33 kabupaten/kota, yang memiliki karakteristik sosial, ekonomi, dan epidemiologi yang berbeda-beda. Luasan wilayah dan jumlah penduduk yang beragam di setiap kabupaten/kota mempengaruhi tingkat mobilitas penduduk dan penularan penyakit menular seperti HIV. Kasus HIV yang tercatat di setiap kabupaten/kota menunjukkan variasi yang signifikan. Beberapa daerah dengan populasi besar dan tingkat mobilitas tinggi seperti Medan dan Deli Serdang memiliki jumlah kasus baru yang tinggi, sementara wilayah lain dengan populasi kecil seperti Pakpak Bharat dan Nias Utara menunjukkan angka yang lebih rendah.

Berikut adalah data luas wilayah dan jumlah penduduk setiap kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Utara pada tahun 2023, yang menjadi dasar perhitungan dalam model SEIR, serta jumlah kasus baru HIV yang tercatat di masing-masing wilayah, digunakan sebagai bagian dari perhitungan komponen *Infected* (I) dalam model tersebut.

Tabel 1: Jumlah Kasus HIV

Kabupaten/Kota	Luas Wilayah ( $Km^2$ )	Jumlah Penduduk	Kasus Baru HIV
Nias	902.4	149249	22
Mandailing Natal	6547.26	484874	11
Tapanuli Selatan	4201.04	307312	26
Tapanuli Tengah	2307.68	374734	38
Tapanuli Utara	3895.6	318424	9
Toba Samosir	2291.62	212133	56
Labuhan Batu	2772.38	508024	0
Asahan	3737.83	787681	62
Simalungun	4601.47	1021615	60
Dairi	2083.6	315460	30
Karo	2206.88	414429	20
Deli Serdang	2581.23	1953986	144
Langkat	6140.04	1039926	16
Nias Selatan	2531.7	373674	0
Humbang Hasundutan	2351.51	202299	19
Pakpak Bharat	1365.61	54609	1
Samosir	1850.04	139337	6
Serdang Bedagai	1949.18	667998	28
Batu Bara	888.14	416367	35
Padang Lawas Utara	3945.56	267275	7
Padang Lawas	3914.41	267275	7
Labuhan Batu Selatan	3079.61	320324	0
Labuhan Batu Utara	3686.01	390954	16
Nias Utara	1238.05	150780	0
Nias Barat	464.22	91346	0
Kota Sibolga	11.5	90366	49

Kabupaten/Kota	Luas Wilayah (Km <sup>2</sup> )	Jumlah Penduduk	Kasus Baru HIV
Kota Tanjung Balai	60.07	179748	38
Kota Pematang Siantar	75.92	274056	36
Kota Tebing Tinggi	39.13	177785	44
Kota Medan	279.29	2494512	1 200
Kota Binjai	93.8	300009	21
Kota Padangsidimpuan	159.3	231062	3
Kota Gunungsitoli	208.68	137583	4
Sumatera Utara	72460.74	15115206	2 008

Analisis menunjukkan bahwa wilayah dengan populasi tinggi dan mobilitas tinggi seperti Medan, Deli Serdang, dan Simalungun memiliki jumlah kasus baru HIV yang signifikan. Wilayah dengan mobilitas rendah seperti Pakpak Bharat atau Nias Utara menunjukkan jumlah kasus HIV yang lebih kecil atau tidak ada laporan kasus baru. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan dalam tingkat mobilitas penduduk memiliki dampak langsung terhadap laju penyebaran HIV.

Perhitungan model SEIR di Kota Medan:

Data dan perhitungan untuk Kota Medan:

Populasi (N): 2.404.512 jiwa

Kasus baru HIV (I): 1.200 kasus

Exposed (E): 10% dari kasus baru HIV =  $0,1 \times 1.200 = 120$

Susceptible (S):  $N - (I + E) = 2.494.512 - (1.200 + 120) = 2.492.192$

Recovered (R) : diasumsikan 0 pada awalnya

Parameter Model SEIR:

$\beta = 0,2$  (laju transmisi),

$\sigma = 0,1$  (laju transisi dari *exposed* ke *infected*),

$\gamma = 0$  (laju pemulihan dibuat 0 karena karakteristik penyakit HIV yang tidak dapat sembuh total).

Perubahan *Susceptible* (S):

$$\frac{dS}{dt} = -\beta \cdot S \cdot I = -0,2 \cdot \frac{2.493.192}{2.500.000} \cdot 1.200 = -239,81$$

$$S_{t+1} = S_t + \frac{dS}{dt} = 2.493.192 - 239,81 = 2.492,952,19$$

Perubahan *Exposed* (E) :

$$\frac{dE}{dt} = \beta \cdot S \cdot I - \sigma \cdot E = 239,81 - 12 = 227,81$$

$$E_{t+1} = E_t + \frac{dE}{dt} = 120 + 227,81 = 347,81$$

Perubahan *Infected*(I):

$$\frac{dI}{dt} = \sigma \cdot E - \gamma \cdot I = 12 - 60 = -48$$

$$I_{t+1} = I_t + \frac{dI}{dt} = 1.200 - 48 = 1.152$$

Perubahan *Recovered*(R):

$$\frac{dR}{dt} = \gamma \cdot I = 0 \cdot 1.200 = 0$$

$$R_{t+1} = R + \frac{dR}{dt} = 0 + 0 = 0$$

Didapatkan: *Susceptible*(S): 2.492,952,19, *Exposed* (E): 347,81, *Infected* (I): 1.152, *Recovered* (R):0

Sehingga didapatkan hasil perhitungan SEIR untuk seluruh Kabupaten/Kota:

Tabel 2: hasil perhitungan SEIR keseluruhan

Kabupaten/Kota	Populasi	Kasus Baru HIV(I)	Exposed(E)	Susceptible(S)	Recovered (R)
Medan	2.494.512	1.2	120		0
Deli Serdang	1.953.986	144	14.4	1.953.827	0
Simalungun	1.021.615	60	6	1.021.549	0
Asahan	787.681	62	6.2	787.613	0
Toba Samosir	212.133	56	5.6	212.071	0
Kota Sibolga	90.366	49	4.9	90.312	0
Kota Tebing Tinggi	177.785	44	4,4	177.737	0
Kota Pematang Siantar	274.056	36	3.6	274.016	0
Kota Tanjung Balai	179.748	38	3.8	179.706	0
Kota Binjai	300.009	21	2.1	299.986	0

Kabupaten/Kota	Populasi	Kasus Baru HIV(I)	Exposed(E)	Susceptible(S)	Recovered (R)
Langkat	1.039.926	16	1.6	1.039.908	0
Karo	414.429	20	2	414.407	0
Dairi	315.46	30	3	315.427	0
Batu Bara	416.367	35	3.5	416.328	0
Serdang Bedagai	667.998	28	2.8	667.967	0
Tapanuli Selatan	307.312	26	2.6	307.283	0
Tapanuli Tengah	374.734	38	3.8	374.692	0
Humbang Hasundutan	202.299	19	1.9	202.278	0
Mandailing Natal	484.874	11	1.1	484.862	0
Pakpak Bharat	54.609	1	0.1	54.608	0
Samosir	139.337	6	0.6	139.33	0
Padang Lawas	267.275	7	0.7	267.267	0
Padang Lawas Utara	267.275	7	0.7	267.267	0
Labuhan Batu Utara	390.954	16	1.6	390.936	0

Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat variasi jumlah kasus baru HIV di Provinsi Sumatera Utara berdasarkan karakteristik wilayah masing-masing. Kota Medan mencatat jumlah kasus baru HIV tertinggi, yaitu 1.200 kasus, yang dipengaruhi oleh tingginya populasi dan tingkat mobilitas penduduk. Medan, sebagai ibu kota provinsi, menjadi pusat aktivitas ekonomi, pendidikan, dan sosial yang melibatkan interaksi penduduk lokal dan pendatang, sehingga berkontribusi pada peningkatan risiko penularan HIV.

Di Deli Serdang, yang merupakan wilayah dengan populasi besar dan aksesibilitas tinggi, tercatat 144 kasus baru. Sementara itu, Simalungun dengan populasi signifikan juga menunjukkan angka kasus baru yang tinggi, yakni 60 kasus. Kedua wilayah ini memiliki peran sebagai daerah transit dan lokasi kegiatan ekonomi, yang memungkinkan mobilitas penduduk lebih aktif dibandingkan wilayah lain. Sebaliknya, wilayah dengan populasi kecil dan mobilitas rendah seperti Pakpak Bharat, Nias Utara, dan Nias Barat, mencatat kasus HIV yang sangat rendah atau bahkan tidak ada laporan kasus baru. Pakpak Bharat hanya melaporkan satu kasus baru, sementara Nias Utara dan Nias Barat tidak melaporkan kasus baru sama sekali. Rendahnya angka ini mencerminkan terbatasnya interaksi penduduk dengan daerah lain, sehingga potensi penyebaran HIV lebih terkendali.

Distribusi jumlah kasus baru HIV ini dipahami lebih lanjut melalui model SEIR yang membagi

populasi ke dalam empat kompartemen: *Susceptible (S)*, *Exposed (E)*, *Infected (I)*, dan *Recovered (R)*. Di semua wilayah, mayoritas populasi berada dalam kategori *Susceptible*. Sebagai contoh, di Medan, dari total populasi 2.494.512 jiwa, sebanyak 2.493.192 jiwa berada dalam kategori *Susceptible*, sementara kategori *Infected* dan *Exposed* masing-masing hanya mencakup 1.200 dan 120 jiwa. Tidak adanya individu dalam kategori *Recovered* dijelaskan oleh sifat penyakit HIV yang belum dapat disembuhkan, sehingga penderita tetap berada dalam kategori *Infected*.

Hal yang sama terjadi di wilayah lain seperti Deli Serdang dan Simalungun, di mana kategori *Susceptible* mendominasi populasi. Di Deli Serdang, dari total populasi 1.953.986 jiwa, sebanyak 1.953.827 jiwa berada dalam kategori *Susceptible*, sedangkan *Infected* dan *Exposed* masing-masing adalah 144 dan 14,4 jiwa. Di Simalungun, dengan populasi 1.021.615 jiwa, kategori *Susceptible* mencapai 1.021.549 jiwa, sementara *Infected* dan *Exposed* masing-masing adalah 60 dan 6 jiwa.

Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun jumlah kasus HIV baru di beberapa wilayah cukup tinggi, populasi yang terpapar langsung masih relatif kecil dibandingkan total populasi. Ini memberikan peluang besar untuk melakukan intervensi pencegahan yang lebih terarah, terutama di wilayah dengan tingkat mobilitas tinggi seperti Medan dan Deli Serdang.

#### D. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa mobilitas penduduk memiliki pengaruh signifikan terhadap penyebaran HIV di Provinsi Sumatera Utara. Kota Medan dan Deli Serdang, yang memiliki tingkat mobilitas dan populasi tinggi, mencatat jumlah kasus baru HIV tertinggi. Model SEIR yang digunakan berhasil menggambarkan distribusi populasi dalam kategori rentan (*Susceptible*), terpapar (*Exposed*), terinfeksi (*Infected*), dan sembuh (*Recovered*). Mayoritas populasi berada dalam kategori rentan, yang menunjukkan peluang besar untuk melakukan intervensi pencegahan dini. Hasil ini menggarisbawahi pentingnya strategi berbasis data untuk mengendalikan laju penyebaran HIV, khususnya di wilayah dengan tingkat mobilitas tinggi. Upaya pencegahan dapat difokuskan pada peningkatan edukasi masyarakat mengenai HIV/AIDS, distribusi alat pelindung seperti kondom, serta penyediaan layanan kesehatan yang lebih mudah diakses, termasuk pemeriksaan rutin dan pemberian obat antiretroviral. Selain itu, perlu dilakukan kolaborasi antara pemerintah, lembaga kesehatan, dan masyarakat dalam merumuskan kebijakan yang efektif untuk menekan angka kasus baru HIV. Lebih jauh lagi, penelitian ini juga menunjukkan perlunya perhatian khusus pada wilayah dengan risiko tinggi akibat interaksi sosial yang intens. Pengembangan program pencegahan yang komprehensif dan terintegrasi diharapkan mampu menekan laju penyebaran penyakit ini, sekaligus meningkatkan kualitas hidup masyarakat di wilayah-wilayah yang terkena dampak.

#### E. DAFTAR PUSTAKA

- Alfiani, N., Prayogi, A. R. Y., Mandagi, A. M., & Prayoga, D. (2021). Studi Literatur: Hubungan Pengetahuan dengan Stigma pada Penderita HIV/AIDS (ODHA). *Jurnal Kesehatan Manarang*, 7(1).
- Asri, N. A., Badu, M. N., & Syahdan, P. (2021). Peranan United Nations Joint Program on HIV/AIDS (UNAIDS) terhadap Penurunan Tingkat Penderita HIV/AIDS di Zimbabwe. *Hasanuddin Journal of International Affairs*, 1(1)
- Azizah, F. N., & Sihaloho, E. D (2019). Analisis Pengaruh Pengeluaran Per Kapita dengan Angka HIV di 34 Provinsi di Indonesia. *Jurnal Akuntansi, Ekonomi dan Manajemen Bisnis*, 7(2), 127-135.
- Haryono. (2017). Globalisasi dan Migrasi Tenaga Kerja Indonesia (Studi Deskriptif Sosiologi Kependudukan). *Hermeneutika: Jurnal Hermeneutika*, 3(2), 1-13. <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/Hermeneutika>
- Hasratuddin. (2020). Membangun Karakter Melalui Pembelajaran Matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika PARADIKMA*, 6(2)
- Jannah, M., Karim, M. A., & Yulida, Y. (2021). Analisis Kestabilan Model Seir Untuk Penyebaran Covid 19 Dengan Parameter Vaksinasi. *Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*. 535-542.
- Joosten, T., & Cusatis, R. (2020). Online Learning Readiness. *American Journal of Distance Education*. 34(3), 180-193. <https://doi.org/10.1080/08923647.2020.1726167>.
- Kujariningrum, O. B., Cahyanti, A. N., Nisa, R., Agushyana, F., Winarni, S., & Purnami, C. T. (2021). Dampak Resolusi Mobilisasi Penduduk Terhadap Persebaran Penyakit Menular Di Indonesia. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*.
- Maulana, M. F. Z., Hasibuan, A., & Mauliah, S. (2024). Melonjaknya Kasus HIV Dikalangan Remaja Indonesia. *Amsir Community Sevice Journal*.
- Muhaimin, S., Suhaemi, & Sajalia, H. (2023). Hubungan Tingkat Pengetahuan dan Sikap Remaja Tentang HIV/AIDS Dengan Upaya Pencegahan HIV/AIDS Di SMAN 1 Aikmel. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 20(2).
- Najwa, A., Ritonga, J. N., Ritonga, A. Z., & Purba, S. H. (2024). Studi Literatur: Analisis Faktor Yang Memengaruhi Upaya Pengendalian HIV Di Masyarakat. *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan*. 11(12).
- Oliviawati, M., Hidayati, D. N. F., & Pelawi, A. M. P. (2024). Hubungan Tingkat Pengetahuan HIV/AIDS Dengan Stigma Dan Diskriminasi Masyarakat. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*. 6(5).
- Pelengkahu, R. H., Sambiran, S., & Sumampow, I. (2021). Mobilisasi Penduduk di Wilayah Daerah

- Perbatasan Kota Bitung dan Kabupaten Minahasa Utara: Studi di Kelurahan Tendeki dan Desa Tontalet Rok-Rok. *Jurnal Governance*, 1(2).
- Prasetya, D. S., Putri, R. N., Lumban Gaol, Y., & Yudoyono, Y. A. (2024). Analisis Kebijakan Penanggulangan Peningkatan Kasus HIV/AIDS Di Indonesia Dengan Menggunakan Aplikasi Expert Choice. *Jurnal Nova Idea*.
- Ribaah, R. Z., & Yullah, A. S. (2024). Pengaruh Self Worth terhadap Hasil Belajar Matematika. *FARABI: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 7(1), 9–15.
- Sincihu, Y., Dinata, M., Steven, & Dewi, D. A. L. (2023). Upaya Promotif Pencegahan Dan Pengendalian HIV/AIDS Di Tempat Kerja. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 4(2).
- Solihati, & Faridah, I. (2020). Pengetahuan Dan Sikap Tentang HIV/AIDS dan Upaya. Pencegahan HIV/AIDS. *Jurnal Kesehatan*. 9(1), 54-68.