Simulasi Penyebaran Stunting Pada Balita Dengan Pengaruh Imunisasi Menggunakan Metode *Agent Based Modeling*

Simulation of the Spread Of Stunting In Toddlers With The Effect Of Immunization Using The Agent Based Modeling Method

Halimah Tunsa'diah[a,1], Yanyang Thanri[b2]
[a]Mahasiswa Universitas Potensi Utama, Jl. KL Yos Sudarso KM 6,5 No 3A, Medan,20241,Indonesia
[b] Dosen Universitas Potensi Utama, Jl. KL Yos Sudarso KM 6,5 No 3A, Medan,20241,Indonesia
halimahtunsadiah2511@gmail.com[1], ythanri@gmail.com[2]

ABSTRAK

Stunting adalah gangguan pertumbuhan dan perkembangan anak akibat kekurangan gizi kronis dan infeksi berulang. Anak yang mengalami stunting memiliki tinggi badan yang lebih rendah atau pendek dari standar usianya. Imunisasi adalah upaya pencegahan penyakit dengan memberikan "vaksin" sehingga terjadi imunitas (kekebalan) terhadap penyakit tersebut. Tujuan dari penulisan ini adalah untuk mengetahui efektifitas metode Agent Based Modeling dalam mensimulasikan penyebaran stunting, dan mengetahui pengaruh imunisasi dalam menekan penyebaran stunting. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan asosiatif. Tahapan simulasi data hasil penelitian ini menggunakan software NetLogo. Adapun hasil pembahasan dari penelitian ini adalah pemantauan penyebaran stunting serta imunisasi yang efektif dalam menekan penyebaran stunting pada balita.

Kata Kunci : Stunting, imunisasi, balita, simulasi, metode Agent Based Modeling Method.

ABSTRACT

Stunting is a disorder of growth and development of children due to chronic malnutrition and recurrent infections. Children who are stunted have a lower or shorter height than their age standard. Immunization is an effort to prevent disease by providing a "vaccine" so that immunity (immunity) occurs against the disease. The purpose of this writing is to determine the effectiveness of the Agent Based Modeling method in simulating the spread of stunting, and to know the effect of immunization in suppressing the spread of stunting. The method used in this study is quantitative research with an associative approach. The data simulation stage of this research uses NetLogo software. The results of this study are monitoring the spread of stunting and effective immunization in suppressing the spread of stunting in toddlers.

Keywords: Stunting, immunization, toddlers, simulation, Agent Based Modeling Method.

Info Artikel :
Disubmit: 23 Oktober 2023 *Direview: 24 November 2023* *Diterima : 25 Desember 2023*

Copyright © 2024 – UPU Journal. All rights reserved.

1. PENDAHULUAN

Kejadian balita pendek (stunting) merupakan masalah gizi utama yang dihadapi di Indonesia. Stunting (pendek) adalah kondisi dimana balita memiliki panjang atau tinggi badan yang kurang jika dibandingkan dengan umur. Kondisi ini diukur dari minus dua standar deviasi median standar pertumbuhan anak dari WHO (*World Health Organitation)*. Balita stunting merupakan masalah gizi kronik yang disebabka oleh banyak faktor seperti kondisi sosial ekonomi, gizi ibu hamil, kesakitan pada bayi dan kurangnya asupan gizi pada bayi.

Berdasarkan data yang disampaikan Kepala Bappeda dalam Rembuk Stunting, bahwa kasus stunting di Kelurahan Titi Papan masih tinggi yaitu 110 kasus. Angka itu meningkat dibandingkan tahun 2019 sebesar 16%. Dari jumlah tersebut 80% karena kurang asupan nutrisi dan 20% kurang asuh. Lonjakan kasus terjadi ketika pandemi Covid-19, dimana penyebaran stunting tidak dapat terkontrol karena pada saat itu semua sistem pemerintahan *lockdown* dan harus *Work From Home (WFH)* sehingga survey tidak dilakukan (Kepala Bappeda Kota Medan, 2020).

Upaya perbaikan gizi merupakan kegiatan yang dilakukan secara terpadu, terintegrasi, dan berkesinambungan guna memelihara dan meningkatkan status gizi masyarakat. Selain pemberian

nutrisi dan gizi yang baik, imunisasi juga harus diberikan kepada balita. Ikatan Dokter Indonesia (IDI) menekankan pentingnya imunisasi untuk kesehatan dan pencegahan stunting pada bayi balita. Sebuah penelitian yang dilakukan oleh IDI terhadap 286.500 anak usia 12-59 bulan di wilayah pedesaan di Indonesia, dari penelitian tersebut diketahui prevalensi stunting pada anak yang tidak di imunisasi dua kali lipat lebih tinggi dibandingkan dengan anak yang di imunisasi lengkap, yaitu 10% kasus stunting pada anak yang sudah diimunisasi lengkap dan 21.1% untuk anak yang tidak diimunisasi lengkap (IDI, 2022).

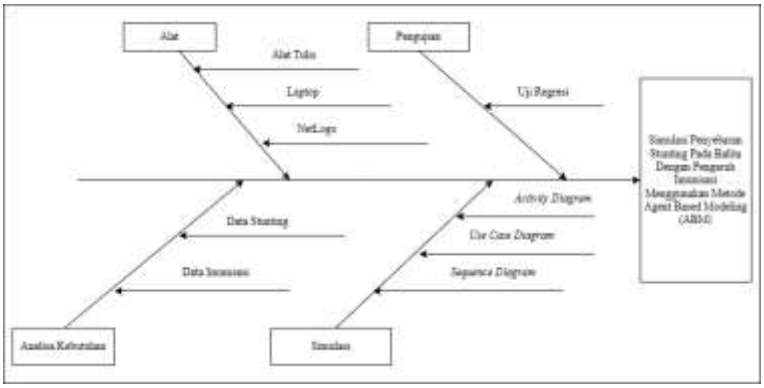
Penerapan teknologi pada penyebaran stunting yang terkomputerisasi dianggap menjadi salah satu solusi handal dalam menangani stunting di Indonesia. Dibutuhkannya sebuah simulasi yang terkomputerisasi untuk melihat sejauh mana penyebaran stunting jika balita mendapatkan imunisasi yang lengkap. Oleh karena itu peneliti memanfaatkan teknologi komputer untuk membuat simulasi penyebaran stunting pada balita.

Adapun metode yang digunakan dalam paper ini adalah *Agent Based Modeling* (ABM). Metode *Agent Based Modeling* (ABM) merupakan salah satu metode pemodelan yang dapat mensimulasikan antar agen/individu dalam suatu sistem, sehingga dapat dilihat model sistem dan pengaruh individu terhadap sistem. Masing-masing individu memiliki karakteristik dan perilaku yang unik dan berbeda satu sama lain, sehingga ketika terjadi interaksi antar agen, maka akan terjadi perilaku yang tidak dapat diprediksi sebelumnya. Kemampuan agen untuk menentukan perilaku ini disebut pengorganisasian diri dan perilaku tak terduga sebelumnya disebut perilaku muncul (FTIK Universitas Gadjah Mada, 2022).

2. METODE

Metode penelitian yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah metode penelitian asosiatif dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antara dua variabel atau lebih di dalamnya. Penelitian asosiatif dapat dibangun dengan suatu teori yang nantinya berfungsi untuk menjelaskan, meramalkan, hingga mengontrol suatu gejala. Kerangka penelitian pada dasarnya adalah kerangka hupromosin antara konsep yang ingin diamati atau diukur melalui penelitian yang akan dilakukan.

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini dimodelkan ke dalam diagram *fishbone* seperti berikut ini:



Gambar 1 Kerangka Penelitian
(Sumber:Penulis;2023)

Rincian proses dari masing – masing tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Analisa Kebutuhan
   Pada tahap ini peneliti melakukan Analisa kebutuhan yang berkaitan dengan penyebaran stunting, dalam penelitian ini, peneliti menggunakan dua data yaitu data stunting dan data imunisasi.

2. Simulasi
   Pada tahapan simulasi yang digunakan secara teori adalah pemodelan UML yaitu *activity diagram ,use case diagram, dan squence diagram* untuk menggambarkan penerapan metode dalam simulasi.
3. Alat
   Pada tahapan ini, alat yang digunakan peneliti dalam mengumpulkan data penelitian serta untuk mensimulasikan penyebaran stunting adalah alat tulis, laptop dan NetLogo.
4. Pengujian
   Pada tahapan ini, peneliti menguji simulasi yang telah dibuat menggunakan pengujian teori dan praktek. Pengujian teori peneliti menggunakan uji regresi dan uji praktek menggunakan software NetLogo .
5. Hasil
   Pada tahapan ini simulasi telah berhasil dibuat dan hasil dari penelitian ini yaitu Simulasi Penyebaran Stunting Pada Balita Dengan Pengaruh Vaksin Menggunakan Metode *Agent Based Modeling* (ABM).

A. Agent Based Modeling

Agent Based Modeling adalah suatu model komputasi untuk mensimulasikan tindakan dan interaksi individu otonom atau yang disebut dengan agent (daat berupa orang, gedung, kendaraan, lahan, hewan, dll) dalam sebuah *grid* bujur sangkar yang sudah ditentukan dengan maksud menilai efeknya pada sistem secara keseluruhan. Sebuah ABM biasanya didasarkan pada sekumpulan agent yang secara otonom mampu beriteraksi satu sama lain serta dengan lingkungan sesuai dengan aturan perilaku (yang bisa sederhana atau kompleks, deterministik atau stokastik, tetap atau adaptif). ABM didefinisikan sebagai teknik pemodelan simulasi dimana sebuah sistem dimodelkan sebagai kumpulan agen dan hubungan antara mereka (Bonabeau,2020). ABM menggunakan pendekatan *bottom-up* untuk melihat bagaimana interaksi perilaku individu dapat mempengaruhi perilaku sistem dengan simulasi berbasis komputer . Elemen utama dalam pemodelan ABM adalah agen dan setiap agen bertindak dan berperilaku berdasarkan aturan yang dibuat didalam lingkungannya. Menurut Macal dan North, ada 3 elemen dalam sebuah ABM, yaitu :

a. Satu set agen, atribut dan perilaku mereka
b. Satu set *relationship* dan metode interaksi yaitu tipologi yang mendasari keterhubungan dan mendefinisikan bagaimana dan dengan siapa agen berinteraksi
c. Lingkungan (*environment)* agen. Agen berinteraksi dengan lingkungannya selain dengan agen-agen lain.

Artinya seorang pengembang model harus mengidentifikasi, memodelkan, memprogram ketiga elemen tersebut untuk membuat sebuah ABM. Agen ABM secara dinamis beradaptasi dan bereaksi terhadap lingkungan simulasi yang selalu berubah. Basis ABM adalah perilaku pemodelan dan mereka dapat dengan mudah mengambil efek umpan balik antara tingkat mikro dan makro, dan untuk alasan ini mereka muncul sebagai pelengkap yang ideal untuk model mikrosimulasi.

B. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan metode:

1. Pengumpulan Kepustakaan
   Yaitu penelitian berdasarkan kepada kepustakaan, jurnal – jurnal, tulisan ilmiah, dan sebagainya. Peneliti menggunakan beberapa referensi yang sesuai dengan pembahasan seperti yang sudah dijelaskan pada BAB II Tinjauan Pustaka.
2. Penelitian Lapangan
   a) Pengamatan
   Dalam mendapatkan data yang dibutuhkan, penulis melakukan pengamatan langsung di posyandu yang ada di Kelurahan Titi Papan. Dengan turun langsung ke posyandu, peneliti melakukan pengukuran panjang badan pada balita yang berusia 0 -24 bulan, pengukuran tinggi badan pada balita yang berusia 24 – 60 bulan dan melakukan penimbangan berat badan pada balita.

b) Wawancara
Peneliti melakukan wawancara secara langsung dan mendalam kepada informan yang bersangkutan dengan masalah penelitian ini dengan berpedoman kepada pedoman wawancara yang telah disiapkan. Peneliti melakukan wawancara pada Kepala Kader PKK Kelurahan Titi Papan yaitu Ibu Desi Novitas Sari, S.Kom yang mengetahui informasi mengenai penyebaran stunting pada balita di Kelurahan Titi Papan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini adalah mengidentifikasi 83 balita dari 116 populasi balita serta mengidentifikasi balita yang mendapat imunisasi di 3 Lingkungan di Kelurahan Titi Papan. Balita yang diidentifikasi merupakan balita yang berusia 12 bulan sampai 60 bulan saja, data – data yang dikutip merupakan data – data tahun 2022. Kemudian data balita yang telah terkumpul akan di hitung menggunakan rumus *Z – Score* untuk mengetahui balita mana yang menderita stunting. Penghitungan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2020, dengan berpedoman tabel standar antropometri penilaian status gizi anak. Hasil dari penghitungan *Z – Score* akan diuji dengan data imunisasi untuk melihat efektifitas data imunisasi dalam menekan penyebaran stunting.

A. Pengujian Data Penelitian

Pengujian data penelitian menggunakan uji regresi dengan menggunakan 83 data balita umur 12 – 60 bulan dan data imunisasi di Kelurahan Titi Papan. Dalam uji regresi variabel yang akan diuji harus berupa angka, untuk itu data stunting dan data imunisasi harus dirubah menjadi angka sesuai dengan predikat nilai yang telah ditentukan. Adapun predikat nilai tersebut adalah :

Tabel 1 Tabel Nilai Status Gizi TB/U Dan Nilai Imunisasi

Nilai Imunisasi	
Angka	**Keterangan**
20 - 60	Tidak Lengkap
61 -100	Lengkap

Nilai Imunisasi	
Angka	**Keterangan**
20 - 60	Tidak Lengkap
61 -100	Lengkap

Variabel X = Status Imunisasi
Variabel Y = Status Gizi TB/U

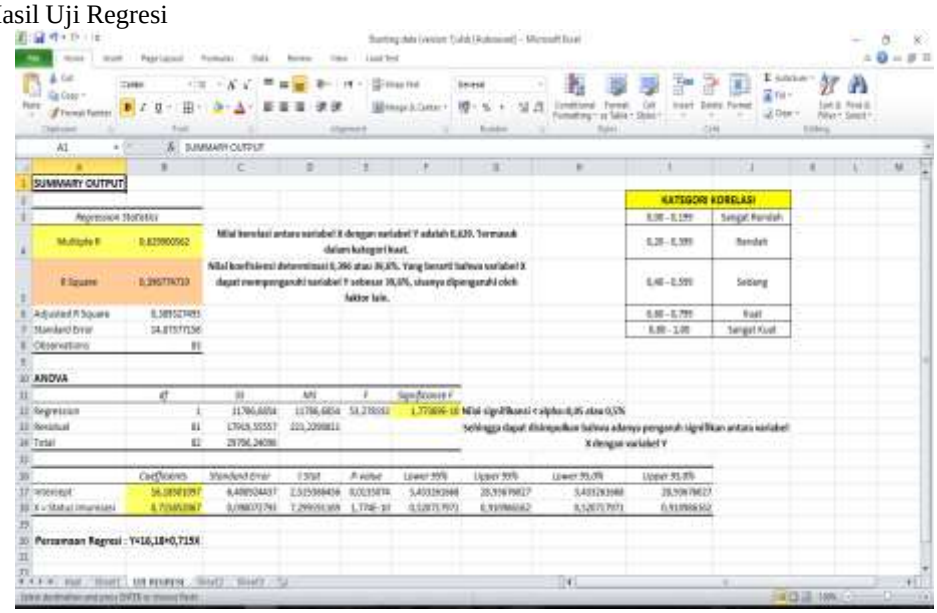
Tabel 2 Predikat angka status imunisasi dan status gizi balita

Balita Ke-	**Status Imunisasi**	**X**	**Status Gizi TB/U**	**Y**
Balita ke 1	Tidak Lengkap	45	Sangat Pendek	40
Balita ke 2	Tidak Lengkap	35	Sangat Pendek	44
Balita ke 3	Tidak Lengkap	50	Sangat Pendek	43
Balita ke 4	Lengkap	70	Pendek	55
Balita ke 5	Lengkap	67	Pendek	48
Balita ke 6	Tidak Lengkap	58	Pendek	59
Balita ke 7	Lengkap	80	Normal	78
Balita ke 8	Tidak Lengkap	33	Pendek	49

Balita ke 9	Tidak Lengkap	35	Pendek	57
Balita ke 10	Tidak Lengkap	29	Sangat Pendek	38
Balita ke 11	Lengkap	79	Normal	76
Balita ke 12	Tidak Lengkap	55	Sangat Pendek	33
Balita ke 13	Tidak Lengkap	51	Sangat Pendek	30
Balita ke 14	Tidak Lengkap	45	Sangat Pendek	23
Balita ke 15	Lengkap	65	Pendek	58
Balita ke 16	Lengkap	69	Pendek	60
Balita ke 17	Tidak Lengkap	60	Pendek	44
Balita ke 18	Tidak Lengkap	56	Sangat Pendek	42
Balita ke 19	Tidak Lengkap	48	Pendek	50
Balita ke 20	Lengkap	70	Pendek	49
Balita ke 21	Lengkap	81	Normal	72
Balita ke 22	Lengkap	100	Normal	69
Balita ke 23	Tidak Lengkap	34	Sangat Pendek	41
Balita ke 24	Tidak Lengkap	47	Sangat Pendek	34
Balita ke 25	Tidak Lengkap	56	Sangat Pendek	31
Balita ke 26	Tidak Lengkap	35	Sangat Pendek	30
Balita ke 27	Tidak Lengkap	58	Pendek	53
Balita ke 28	Tidak Lengkap	55	Pendek	42
Balita ke 29	Tidak Lengkap	52	Pendek	56
Balita ke 30	Lengkap	76	Pendek	60

Dan seterusnya....

Hasil Uji Regresi



Gambar 2 Hasil Uji regresi Data Stunting dan Data Imunisasi
(Sumber:Penulis;2023)

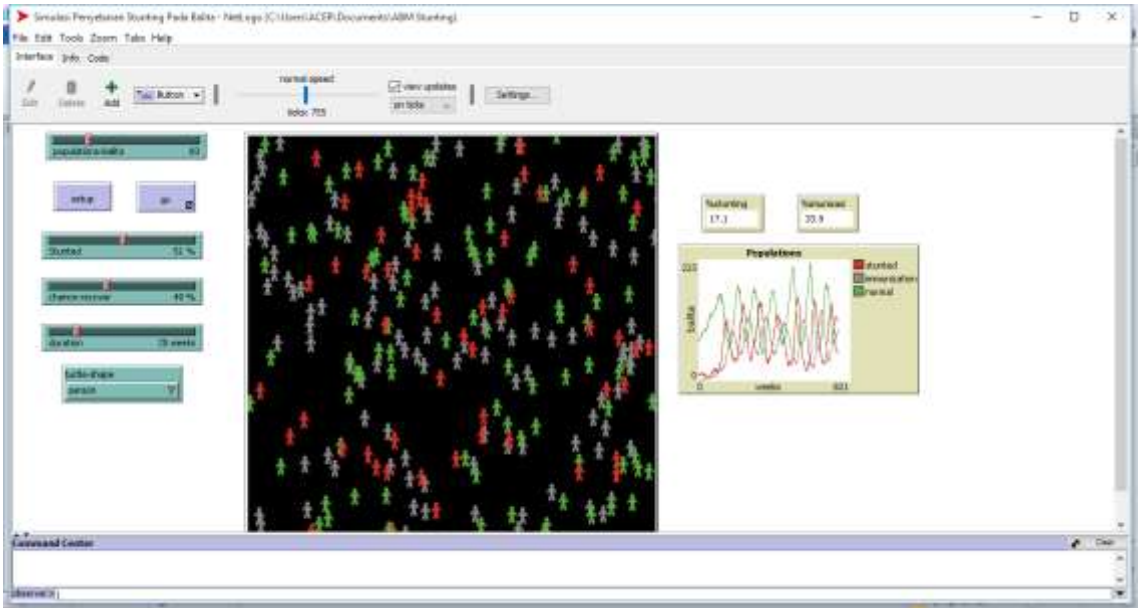
Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, dari hasil uji regresi dapat disimpulkan bahwa imunisasi dapat mempengaruhi laju penyebaran stunting pada balita sebesar 39,6%.

B. *Hasil*

Setelah melakukan analisis dan perancangan langkah selanjutnya adalah melakukan implementasi model berbasis agent menggunakan *Sioftware* NetLogo. Kode pemrograman dapat dilihat pada Lampiran. Input data berupa inisialisasi jumlah populasi balita, inisialisasi jumlah balita stunting, inisialisasi jumlah imunisasi. Pada implementasi terdapat *button setup* yang berfungsi untuk inisialisasi awal dan *button go* untuk menjalankan simulasi. *Slider* menunjukkan jumlah inisialisasi populasi balita, balita stunting, dan imunisasi. *Monitor* menunjukkan persentase dari penyebaran stunting. Hasil implementasi model simulasi dapat dilihat pada gambar berikut.

Tabel 2 insialisasi Parameter

Inisialisasi Parameter	Nilai
Populations-balita	83
Stunted	51%
Chance-recover	40%
duration	20 weeks

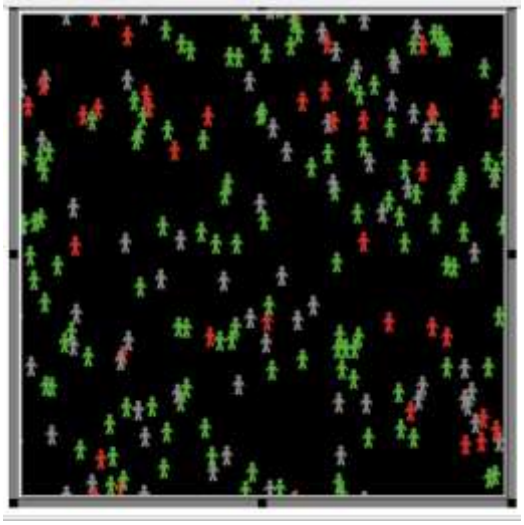


Gambar m3. Hasil Simulasi Penyebaran Stunting Pada Balita Menggunakan Metode *Agent Based Modeling* (ABM)
(Sumber:Penulis;2023)

Pada Gambar 3, hasil implementasi pemodelan berbasis agen menunjukkan adanya pengaruh imunisasi terhadap penyabaran stunting. Imunisasi yang diberikan pada balita dapat menekan laju penyebaran kasus stunting pada balita sebesar 37%, dengan artian kasus balita yang semula 55% turun menjadi 18%, hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ikatan Dokter Indonesia (IDI, 2022) yang menggunakan *sample* balita sebanyak 286.500 balita usia 12 – 59 bulan yang ada di Indonesai dengan hasil bahwa kasus balita stunting pada balita usia 12 – 59 bulan yang menerima imunisasi lengkap hanya sebesar 10%. Dari grafik *populations* bisa dilihat jika semakin banyak balita yang mendapatkan imunisasi maka akan semakin kecil potensi balita tersebut menderita stunting.

Keterangan Gambar 3 Hasil Simulasi Penyebaran Stunting Pada Balita Dengan Pengaruh Imunisasi Menggunakan Metode *Agent Based Modeling* (ABM) dapat dilihat sebagai berikut:

1. Layar *World*



Gambar 4 Layar *World* Simulasi Penyebaran Stunting Pada Balita Dengan Pengaruh Imunisasi Menggunakan Metode *Agent Based Modeling* (ABM)
(Sumber:Penulis;2023)

Layar *World* menampilkan laju proses penyebaran stunting pada balita, *world* digunakan untuk memantau didalam *world* terdapat *person* (balita) dengan tiga jenis warna yang berbeda yaitu hijau, abu-abu dan merah.

a. Hijau, warna hijau melambangkan bahwa balita tersebut normal (sehat).
b. Abu – abu, warna abu – abu melambangkan bahwa balita tersebut adalah balita yang diimunisasi.
c. Merah, warna merah melambangkan bahwa balita tersebut adalah balita yang menderita stunting.

2. *Slider Population* – balita

Gambar 5. *Slider Population* – Balita
(Sumber:Penulis;2023)

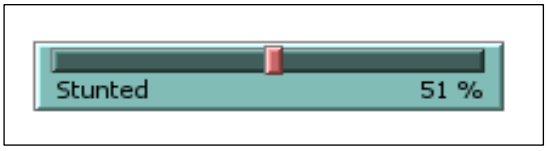
Slider Population – Balita merupakan tempat untuk mengatur jumlah balita Kelurahan Titi Papan yang menjadi objek penelitian, jumlah tersebut sesuai dengan data yang didapat ketika penelitian. Pada *slider population*-balita pengguna dapat mengubah jumlah agent dengan cara menggeser tombol berwarna merah, jika ingin mengubah jumlah menjadi lebih sedikit maka geser ke kiri, namun jika ingin mengubah menjadi lebih banyak maka geser ke kanan. Pada Gambar 5diatas menunjukkan bahwa jumlah *populations*-balita sebanyak 83 sesuai dengan data yang didapat ketika penelitian.

3. *Button Setup* dan Go

Gambar 5 Gambar *Button Setup* dan Go
(Sumber:Penulis;2023)

Tombol *Setup* dan Go merupakan dua tombl penting dalam simulasi, tombol *Setup* berfungsi untuk me*refresh* layar monitor jika ingin digunakan, sedangkan tombol Go berfungsi untuk menjalankan simulasi yang dibangun, tombol Go juga berfungsi untuk menghentikan jalannya simulasi.

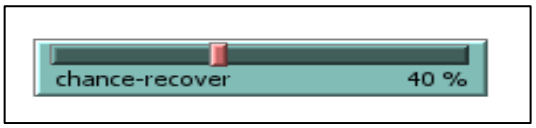
4. *Slider Stunted*



Gambar 6. *Slider Stunted*
(Sumber:Penulis;2023)

Slider Stunted merupakan tempat untuk mengatur jumlah kasus stunting yang terjadi di Kelurahan Titi Papan sesuai dengan data yang telah didapatkan. Pada *slider Stunted* pengguna dapat mengubah jumlah agent dengan cara menggeser tombol berwarna merah, jika ingin mengubah jumlah menjadi lebih sedikit maka geser ke kiri, namun jika ingin mengubah menjadi lebih banyak maka geser ke kanan.

5. *Slider Chance-Recover*



Gambar 7. *Slider Chance-Recover*
(Sumber:Penulis;2023)

Slider Chance-Recover adalah tempat untuk mengatur berapa besar peluang sembuh dari stunting jika balita mendapatkan imunisasi. Angka 40% didapat dari hasil uji regresi yang menghasilkan 39,6% imunisasi dapat mempengaruhi stunting.

6. *Slider Duration*

Gambar 8. *Slider Duration*
(Sumber:Penulis;2023)

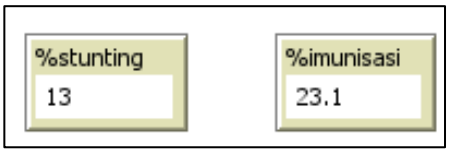
Slider Duration adalah jangka waktu balita sembuh dari stunting, balita yang stunting akan naik tinggi badannya biasanya dalam waktu kurang lebih 20 minggu jika rutin ke posyandu dan mendapat asupan gizi yang baik termasuk imunisasi.

7. *Slider turtle-shape*

Gambar 9 *Slider turtle-shape*
(Sumber:Penulis;2023)

Slider turtle-shape merupakan tempat untuk mengatur tampilan *agent* dalam layar monitor, dalam layar monitor diatas tampilan *agent* berupa orang karena simulasi yang dibangun merupakan penyebaran penyakit dengan *agent* balita.

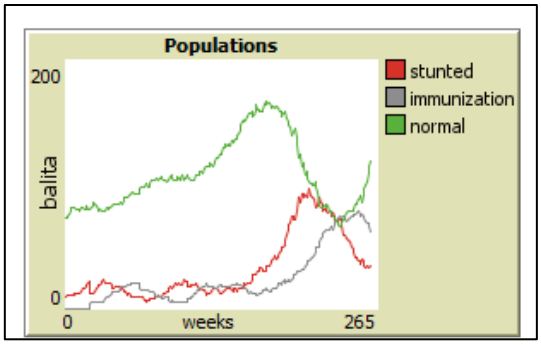
8. Monitor Stunting



Gambar 10 Monitor Stunting dan Imunisasi
(Sumber:Penulis;2023)

Monitor stunting digunakan untuk melihat persentase kasus stunting dan banyak balita yang di imunisasi yang ada di layar world simulasi.

9. Plot *Populations*



Gambar 11 Plot *Populations* Simulasi
(Sumber:Penulis;2023)

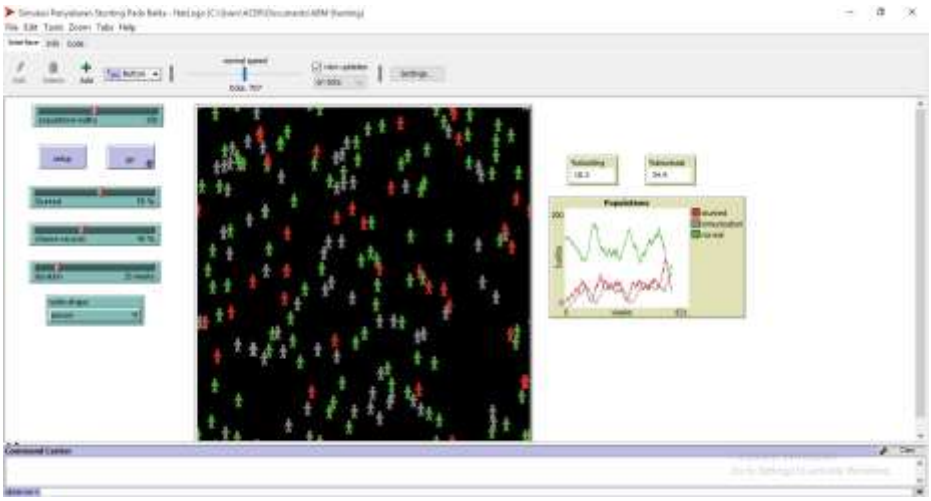
Plot *Populations* digunakan untuk memantau pergerakan *person* (balita) yang ada di *world*. Dalam plot *populations* terdapat tiga kategori yaitu garis merah untuk menggambarkan laju stunting, garis abu-abu untuk menggambarkan laju imunisasi, dan garis hijau untuk laju balita yang normal. *Weeks* dalam *populations* menunjukkan laju perkembangan simulasi dalam satuan minggu. Sedangkan angka 200 adalah banyaknya perkembangan balita dalam simulasi. Populasi balita yang awalnya hanya 83 balita akan berkembang sampai 200 balita. Garis – garis yang ada di plot menunjukkan laju pergerakan dari simulasi yang dijalankan.

C. Skenario Pengujian

Uji coba terhadap simulasi yang dibangun bertujuan untuk memastikan simulasi sudah berada pada kondisi siap pakai. Data yang digunakan adalah data stunting Tahun 2021 yang didapat dari *website* Kecamatan Medan Deli.

Tabel 3. Inisialisasi Parameter

Inisialisasi Parameter	Nilai
Populations-balita	150
Stunted	55%
Chance-recover	40%
duration	20 weeks



Gambar 12. Hasi Uji Simulasi Data Tahun 2021
(Sumber:Penulis;2023)

Dari hasil skenario uji coba yang dilakukan, simulasi dapat berjalan dengan membaca model agent. Hasil uji coba simulasi penyebaran stunting menunjukkan adanya penurunan kasus stunting jika balita menerima imunisasi.

D. Grafik Penyebaran Stunting Pada Balita

Grafik penyebaran stunting pada balita dapat dilihat pada Gambar 13

Gambar 13. Grafik Penyebaran Stunting Sebelum Simulasi
(Sumber:Penulis;2023)

Gambar 14 Grafik Penyebaran Stunting Setelah Imunisasi
(Sumber:Penulis;2023)

Dari gambar grafik diatas, dapat diketahui bahwa adanya pengaruh antara imunisasi dengan penyebaran stunting pada balita. Imunisasi yang diberikan pada balita dapat menekan laju penyebaran stunting pada balita, hal ini dapat dilihat pada Gambar 13 dan 14.

E. Kelebihan Dan Kekurangan Simulasi

Dalam setiap simulasi yang dibangun tentunya memiliki kekurangan dan kelebihan. Simulasi Penyebaran Stunting Pada Balita Dengan Pengaruh Imunisasi Menggunakan Metode *Agent Based Modeling (*ABM) yang dibangun ini merupakan simulasi baru. Peneliti menyadari sepenuhnya simulasi ini memiliki banyak kekurangan dan juga kelebihan. Oleh karena itu, peneliti akan mendeskripsikan kekurangan dan kelebihan simulasi sebagai berikut:

F. Kelebihan Simulasi

Adapun kelebihan dari Simulasi Penyebaran Stunting Pada Balita Dngan Pengaruh Imunisasi Menggunakan Metode *Agent Based Modeling* (ABM) adalah sebagai berikut:

a. Simulasi yang dibangun mampu memantau laju perkembangan penyebaran stunting jika dicegah dengan imunisasi.
b. Dengan adanya simulasi ini bisa menjadi bahan untuk Lurah Titi Papan dapat mengedukasi masyarakat mengenai pentingnya pemberian imunisasi kepada balita.
c. Simulasi ini bersifat *userfriendly* atau mudah digunakan.

d. Simulasi penyebaran stunting ini juga dapat memantau laju perkembangan stunting pada balita jika balita tidak mendapatkan imunisasi.

G. Kekurangan Simulasi

Disamping kelebihan, tentunya ada kekurangan yang terdapat dalam simulasi yang dibangun. Oleh karena itu, masih perlu dilakukannya pembaharuan pada simulasi. Adapun kekurangan simulasi yang dibangun adalah sebagai berikut:

a. Simulasi yang dibangun belum bersifat *Web*. Sehingga peneliti selanjutnya dapat mengembangkan simulasi ini dengan lebih baik lagi.
b. Belum adanya monitor pemantauan balita yang normal, sehingga tidak diketahui berapa banyak balita yang normal.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan proses – proses yang telah dilakukan pada penelitian skripsi ini, dimulai dari observasi, perancangan dengan pengujian dan analisis sistem, dapat disimpulkan beberapa hal diantaranya adalah :

1. Proses penurunan stunting di Kelurahan Titi Papan sudah berjalan dengan baik, tetapi masih belum maksimal dalam pemantauan penyebaran stunting sehingga penanganan menjadi lambat dan mengakibatkan kasus stunting masih cukup tinggi di wilayah Kecamatan Medan Deli.
2. Simulasi yang telah dijalankan menunjukkan bahwa imunisasi dapat mencegah penyebaran stunting, dalam simulasi penyebaran stunting pada balita, kasus stunting dapat mengalami penurunan menjadi 18% kasus stunting, pola penurunan tersebut sama dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ikatan Dokter Indonesia (IDI) terhadap balita berusia 12 – 60 bulan pada tahun 2022, dimana persentase jumlah kasus stunting balita yang mendapatkan imunisasi lengkap sebesar 10% dibandingkan dengan yang tidak mendapatkan imunisasi lengkap yaitu sebesar 21,1%.
3. Metode *Agent Based Modeling* yang digunakan dalam simulasi penyebaran stunting pada balita dapat berjalan dengan baik, model yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat menunjukkan kinerja imunisasi dalam menekan penyebaran stunting.
4. Dengan memberikan imunisasi secara lengkap kepada balita maka akan membantu dalam pencegahan penyebaran kasus stunting, sehingga target penurunan stunting bisa tercapai.
5. Simulasi ini dibangun untuk mempermudah dalam memantau perkembangan kasus stunting di Kelurahan Titi Papan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Potensi Utama yang telah banyak memberikan masukkan dan saran dalam penyelesaian Penelitian ini.

REFERENSI

[1] Badan Pusat Statistik, A. (2022, Juni 17). *Jumlah Balita Di Indonesia*. Diambil kembali dari Badan Pusat Statistik: https://www.Badan Pusat Statistik.go.id

[2] Bagus S, R. D., Irawan, B., & Kusuma, P. D. (2020, Agustus). Simulasi Penyebaran Penyakit Influenza Dan Pneunomia Dengan Pengaruh Vaksin Berbasis Sistem Agent. *e-Proceeding of Engineering, 7*, 4935-4942.

[3] Damayanti, L. (2023). *Strategi Komunikasi Badan Perencanaan Pembangunan Penelitian dan Pengembangan Daerah pada Perangkat Daerah dalam Upaya Mengatasi Stunting di Kabupaten Cirebon* (Doctoral dissertation, Universitas Jenderal Soedirman).

[4] Data, K. (2021, Desember 15). *Jumlah Anak Usia Dini Di Indonesia Tahun 2022*. Diambil kembali dari Kata Data: https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/12/15/anak-usia-dini-di-indonesia-capai-3083-juta-pada-2021

[5] Direktorat Promosi Kesehatan Dan Pemberdayaan Masyarakat, K. (2018, Januari 26). *Mengenal Stunting dan Gizi Buruk. Penyebab, Gejala, Dan Mencegah*. Diambil kembali dari Kementrian Kesehatan Republik Indonesia: https://promkes.kemkes.go.id/?p=8486

[6] Fajri, M. (2018, Oktober 09). *Simulation with Agent Based Modelling*. Diambil kembali dari Teknik Industri Universitas Gadjah Mada: https://psti.ft.ugm.ac.id/2018/10/09/simulation-with-agent-based-modelling/

[7] Fajri, M. (2020, oktober 9). *Simulation with Agent Based Modelling*. Diambil kembali dari psti.ft.ugm.ac.id: https://psti.ft.ugm.ac.id/2020/10/09/simulation-with-agent-based-modelling/

[8] Kompas. (2022, April 16). *Daftar Imunisasi Dasar Lengkap Anak Berdasarkan Usia dan Manfaatnya*. Dipetik oktober 01, 2023, dari kompas.com: https://www.kompas.com/sains/read/2022/04/16/100200523/daftar-imunisasi-dasar-lengkap-anak-berdasarkan-usia-dan-manfaatnya

[9] Medan, P. K. (2021, september 6). *Jumlah Balita Stunting di Medan Turun dari 491 Jadi 393*. Diambil kembali dari pemkomedan.go.id: https://pemkomedan.go.id/artikel-21459-jumlah-balita-stunting-di-medan-turun-dari-491-jadi-393.html

[10] Medan, P. K. (2023, January 23). *CAKUPAN IMUNISASI PADA BAYI DAN BADUTA DI KOTA MEDAN TAHUN 2021*. Diambil kembali dari data.pemkomedan.go.id: https://data.pemkomedan.go.id/dataset/cakupan-desa-kelurahan-universal-child-immunization-uci-menurut-kecamatan-dan-puskesmas

[11] Megawati, D. A., & Simanjuntak, R. Y. (2017). Pemetaan Penyebaran Penyakit Demam Berdarah Dengue Menggunakan Sistem Informasi Geografis Pada Dinas Kesehatan Kota Metro. *Jurnal Sistem Informasi Dan Telematika*, 147-151.

[12] MULYANI, H. (2020). PEMODELAN BERBASIS AGEN PADA PENYEBARAN . *Bogor Agricultural Skripsi*, 20-25.

[13] Pahlevi, R. (2021, Desember 22). *Persentase Anak Umur 12 - 23 Bulan Penerima Imunisasi Dasar Lengkap, 2019 - 2021*. Dipetik Oktober 01, 2023, dari databoks: https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/12/22/persentase-penerima-imunisasi-dasar-lengkap-meningkat-sejak-2019

[14] Pencatatan Sipil, D. D. (2022, September 01). *Resmi Dirilis, Ini Data Terbaru Jumlah Penduduk Indonesia Tahun 2022*. Diambil kembali dari SITUS RESMI DINAS KEPENDUDUKAN DAN PECATATAN SIPIL: https://www.disdukcapil.bonebolangokab.go.id/berita/detail/resmi-dirilis-ini-data-terbaru-jumlah-penduduk-indonesia-tahun-2022

[15] Plaza R, M. A., Haliq, & Irawan, C. (2022, Juni). Sistem Pendukung Keputusan Balita Terindetifikasi Stunting Menggunakan Metode SAW. *Journal Informatika*, 19-29.

[16] Purba, H. S. (2019). Analisi Implementasi Kebijakan Penurunan Stunting Di Desa Secanggang Kabupaten Langkat. *Skripsi Universitas Sumatera Utara*, 1-8.

[17] Riadi, M. (2019, Agustus 27). *Pengertian, Penyebab dan Pencegahan Stunting*. Diambil kembali dari Kajian Pustaka.Com: https://www.kajianpustaka.com/2019/08/pengertian-penyebab-dan-pencegahan-stunting.html#:~:text=Stunting%20merupakan%20dampak%20dari%20berbagai%20faktor%20seperti%20berat,serta%20akan%20nampak%20saat%20anak%20berusia%20dua%20tahun.

[18] Sadar Stunting, G. (2021, Mei 19). *Imunisasi Sejak Dini Jadi Kunci Sukses Cegah Stunting pada Anak*. Diambil kembali dari genbest.kompas.com: https://genbest.kompas.com/read/2021/05/19/114018420/imunisasi-sejak-dini-jadi-kunci-sukses-cegah-stunting-pada-anak

[19] Sadar Stunting, G. (2022, Mei 26). *Pahami Pentingnya Imunisasi dalam Pencegahan Stunting*. Dipetik oktober 01, 2023, dari kompas.com: https://genbest.kompas.com/read/2022/05/26/071100320/pahami-pentingnya-imunisasi-dalam-pencegahan-stunting

[20] Siagian, T. H., & Prasojo, A. S. (2019). Agent - Based Modelling in Population Studies: Potentials and Challenge. *Pengembangan Official Statistics dalam mendukung Implementasi SDG's*, 1032-1039.