



# Model Matematika Penambahan Jumlah Anak *Stunting* dengan Estimasi Parameter Menggunakan Regresi Linear Berganda

Nisa' Uzzulfa<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup> Universitas Negeri Semarang, Sekaran, Kec. Gn. Pati, Kota Semarang 50229, Jawa Tengah, Indonesia

\* Alamat Surel: [uzzulfanisa@gmail.com](mailto:uzzulfanisa@gmail.com)

## Abstrak

*Stunting* adalah masalah kesehatan global yang signifikan, mempengaruhi perkembangan anak dan kualitas hidup jangka panjang. Penelitian ini mengembangkan model matematika untuk memperkirakan penambahan jumlah anak *stunting* dengan menggunakan Estimasi Parameter Regresi Linear Berganda. Data yang digunakan mencakup variabel-variabel yang berpengaruh terhadap kondisi *stunting*, yaitu kondisi gizi, sosial ekonomi, akses terhadap fasilitas kesehatan dan sanitasi. *Ordinary Least Square* dan *Partial Least Square* diterapkan untuk menentukan nilai estimasi hubungan linear antara faktor-faktor tersebut dan penambahan jumlah anak *stunting*. Hasil dari kedua model menunjukkan nilai estimasi parameter yang signifikan, memberikan wawasan tentang faktor-faktor kunci yang berkontribusi terhadap penambahan jumlah anak *stunting*. Penelitian ini berkontribusi pada pemahaman yang lebih baik mengenai dinamika *stunting*, serta memberikan dasar untuk pengembangan kebijakan yang lebih efektif dalam menangani isu kesehatan anak. Melalui pendekatan matematis ini, diharapkan dapat meningkatkan intervensi yang ditargetkan untuk mengurangi angka *stunting* dan meningkatkan kesehatan anak di masa depan.

## Kata kunci:

Model Matematika, *Stunting*, Estimasi Parameter, Regresi Linear Berganda, *Partial Least Square*, Python.

© 2025 Dipublikasikan oleh Jurusan Matematika, Universitas Negeri Semarang

## 1. Pendahuluan

*Stunting* atau pertumbuhan terhambat pada anak, merupakan masalah kesehatan global yang merambah berbagai negara, terutama di wilayah dengan tingkat kemiskinan yang tinggi. Fenomena ini tidak hanya memengaruhi fisik anak-anak, tetapi juga memberikan dampak serius pada perkembangan kognitif dan kecerdasan mereka. *Stunting* dalam konteks kesehatan anak merujuk pada kondisi di mana pertumbuhan tubuh anak mengalami gangguan akibat kekurangan gizi kronis pada masa pertumbuhan mereka (Laily & Inderjo, 2023).

*Stunting* adalah kondisi gagal tumbuh pada anak balita akibat kekurangan gizi kronis yang berlangsung dalam waktu yang lama. Menurut (WHO, 2014), prevalensi *stunting* di dunia mencapai 22,2%, dengan sebagian besar kasus terjadi di negara-negara berkembang, termasuk Indonesia. Riset Kesehatan Dasar (Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, 2018) melaporkan bahwa prevalensi *stunting* di Indonesia sebesar 30,8%, yang berarti hampir sepertiga anak balita di Indonesia mengalami *stunting*. Faktor-faktor utama yang memengaruhi *stunting* meliputi status gizi, akses terhadap fasilitas kesehatan, sanitasi yang buruk, dan kondisi sosial ekonomi keluarga. Penanganan *stunting* memerlukan intervensi holistik yang mencakup perbaikan status gizi anak, peningkatan akses ke layanan kesehatan, dan edukasi mengenai pola hidup sehat.

Penelitian ini menggunakan pendekatan model matematika untuk memprediksi penambahan jumlah anak *stunting* di Kota Semarang. Model SEIR yang digunakan dimodifikasi untuk kasus *stunting*, dengan estimasi parameter dilakukan menggunakan metode regresi linear berganda.

To cite this article:

Uzzulfa, N. (2025). Model Matematika Penambahan Jumlah Anak *Stunting* dengan Estimasi Parameter Menggunakan Regresi Linear Berganda. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika* 8, 432-436

### 1.1. Latar Belakang

*Stunting* adalah salah satu tantangan terbesar dalam bidang kesehatan masyarakat di Indonesia. Kondisi ini tidak hanya berdampak pada pertumbuhan fisik, tetapi juga perkembangan kognitif anak, yang dapat menghambat prestasi akademik dan produktivitas di masa depan. Banyak penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa kondisi lingkungan yang buruk, gizi yang tidak memadai, dan kurangnya akses terhadap fasilitas kesehatan adalah beberapa faktor utama penyebab *stunting*. Namun, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memodelkan secara matematis bagaimana faktor-faktor ini memengaruhi pertumbuhan jumlah anak *stunting* di suatu daerah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memodelkan penambahan jumlah anak *stunting* dengan menggunakan model SEIR yang dimodifikasi dan melakukan estimasi parameter menggunakan regresi linear berganda.

*Stunting* sebagai indikator kekurangan gizi kronis pada anak, telah menjadi perhatian serius di berbagai negara, termasuk Indonesia. Meskipun kemajuan besar telah dicapai dalam sektor kesehatan, angka *prevalensi stunting* di Indonesia tetap menjadi tantangan utama yang memerlukan perhatian mendalam (Putra, 2022). Dalam beberapa tahun terakhir, observasi terhadap tingkat *stunting* di negara ini mengungkapkan realitas yang tidak dapat diabaikan, menunjukkan bahwa masalah ini tidak hanya bersifat lokal, tetapi juga nasional (Kresnawati, 2020).

Penelitian terdahulu terkait *stunting* pernah dilakukan oleh (Muh. Isbar Pratama & Lismayani, 2023) untuk melakukan simulasi pemodelan matematika SEIR terhadap pengaruh sanitasi pada kasus *stunting* di Indonesia. Pada penelitian ini populasi dibagi menjadi empat populasi yaitu S (*Susceptible*), E (*Exposed*), I (*Infected*) dan R (*Recovered*). Pada penelitian ini diasumsikan perubahan populasi dari S (*Susceptible*) ke E (*Exposed*) karena adanya penularan secara tidak langsung dari orang yang terkena *stunting*. Pada kenyataannya, *stunting* tidak menular secara langsung dari satu individu ke individu lain. Selain itu, pada penelitian tersebut juga tidak dilakukan estimasi parameter.

Penelitian terdahulu terkait *stunting* pernah dilakukan oleh (Hasmianti et al., 2023) untuk melakukan analisis model matematika dalam menemukan solusi permasalahan *stunting* akibat kesehatan mental masyarakat di kabupaten Jeneponto. Pada penelitian ini populasi dibagi menjadi empat populasi yaitu S (*Susceptible*), E (*Exposed*), I (*Infected*) dan R (*Recovered*). Pada penelitian tersebut perubahan populasi dari S (*Susceptible*) ke E (*Exposed*) digambarkan dengan suku  $\alpha I$ . Pada kenyataannya, *stunting* tidak menular secara langsung dari satu individu ke individu lain. Selain itu, pada penelitian tersebut juga tidak dilakukan estimasi parameter.

Berdasarkan hal tersebut, penulis tertarik untuk membentuk model matematika penambahan jumlah anak *stunting* dengan model SEIR (*Susceptible, Exposed, Infected, and Recovered*), namun penambahan jumlah S (*Susceptible*) ke E (*Exposed*) bertambah secara linear. Penambahan linear tersebut akan ditentukan melalui estimasi parameter menggunakan regresi linear berganda. Parameter yang dilibatkan antara lain, fasilitas kesehatan, gizi, sosial ekonomi dan sanitasi. Data-data untuk estimasi parameter akan diambil dari website pemerintah kota Semarang dan website Badan Pusat Statistik (BPS) kota Semarang. Model ini digunakan karena tingginya kasus *stunting* yang terjadi di Indonesia. Simulasi numerik nilai parameter dengan menggunakan *software* maple dan phyton dilakukan untuk mengetahui langkah yang harus ditempuh agar dapat mengetahui solusi dari penyebaran *stunting*. Penelitian ini penting dilakukan karena dapat memberikan suatu informasi tentang sifat penyebaran *stunting* dan strategi apa yang harus dilakukan untuk menurunkan angka penyebaran *stunting*. Penelitian ini diharapkan dapat membantu pemerintah dan masyarakat dalam mengatasi penyebaran penyakit *stunting* di Indonesia.

---

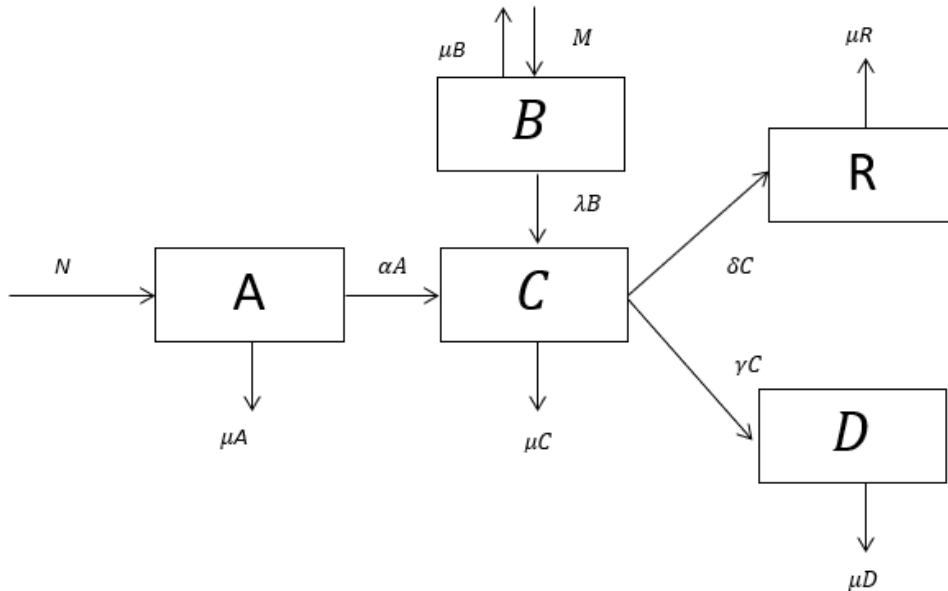
## 2. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan pemodelan matematis dengan studi literatur untuk mengumpulkan data yang diperlukan. Model yang digunakan adalah model SEIR (*Susceptible-Exposed-Infected-Recovered*) yang dimodifikasi untuk kasus *stunting*. Model ini akan memprediksi transisi dari bayi sehat menjadi bayi *stunting*, dan dari bayi *stunting* menjadi balita *stunting*, serta transisi dari balita *stunting* menjadi dewasa sehat atau dewasa *stunting*. Pada penelitian ini, akan dibahas pemodelan matematika penambahan jumlah anak *stunting* dengan estimasi parameter menggunakan Regresi Linear Berganda dengan metode *Ordinary Least Squares* (OLS) dan metode *Partial Least Square* (PLS).

### 2.1 Model Matematika

Model matematika yang akan dibentuk terbagi menjadi 5 kelas, yaitu kelas individu bayi sehat yang rentan menderita *stunting* (A), individu bayi yang menderita *stunting* (B), individu balita yang menderita *stunting* (C), individu dewasa yang menderita *stunting* (D), dan individu yang sembuh dari *stunting* (R).

**Gambar 2.** Diagram Alir Model Matematika Penambahan Jumlah Anak *Stunting*



2.2 Kestabilan Titik Keseimbangan

Kestabilan titik kesetimbangan (ekuilibrium) dari suatu sistem persamaan diferensial baik linear maupun nonlinear didefinisikan sebagai berikut.

**Definisi**

Diberikan sistem persamaan diferensial orde satu  $\dot{x} = f(x)$  dan  $x(t)$  adalah solusi persamaan tersebut pada saat  $t$  dengan kondisi awal  $x(0) = x_0$ . Titik ekuilibrium  $\bar{x} \in \mathbb{R}$  dikatakan

- a) Stabil lokal jika untuk setiap  $\epsilon > 0$  terdapat  $\delta > 0$  sedemikian hingga untuk setiap  $t \geq t_0$  berlaku  $\|x(t) - x_0(t)\| < \epsilon$  kapanpun  $\|x(t_0) - x_0(t_0)\| < \delta$ .
- b) Tidak stabil jika titik ekuilibrium  $\bar{x}$  tidak memenuhi (a).

Dari definisi kestabilan titik kesetimbangan di atas. Kestabilan berarti bahwa solusi sistem persamaan tetap berada di sekitar titik kesetimbangan dan ketidakstabilan berarti bahwa solusi sistem persamaan bergerak menjauhi titik kesetimbangan.

2.3 Bilangan Reproduksi Dasar

Salah satu parameter yang dapat digunakan untuk melihat tingkat penyebaran suatu penyakit yaitu dengan menggunakan bilangan reproduksi dasar. Bilangan reproduksi dasar adalah jumlah rata-rata kasus sekunder yang dihasilkan oleh satu individu terinfeksi yang masuk ke dalam populasi individu yang rentan, di mana individu yang terinfeksi telah tertular penyakit, dan individu yang rentan sehat tetapi dapat tertular penyakit. Bilangan reproduksi dasar dinotasikan dengan  $R_0$ . Nilai  $R_0$  untuk suatu penyakit tertentu bergantung pada banyak variabel, seperti lokasi dan kepadatan penduduk. Terdapat beberapa teorema yang berkaitan dengan nilai bilangan reproduksi dasar pada model SEIR, yaitu:

- 1) Titik kesetimbangan bebas penyakit akan stabil asimtotik lokal jika  $R_0 < 1$  dan tidak stabil jika  $R_0 > 1$ .
- 2) Jika  $R_0 < 1$  maka jumlah individu yang menular menurun secara monoton menjadi 0.
- 3) Jika  $R_0 > 1$  maka penyakit tersebut akan endemic.

(van den Driessche, 2017)

Menurut (van den Driessche, 2017), mengikuti metode alternative yang diusulkan oleh (Diekmann et al., 1990) dan dielaborasi (van den Driessche & Watmough, 2002), bilangan reproduksi dasar dapat ditulis sebagai berikut.

$$R_0 = \rho(FV^{-1})$$

Dengan

$F$  matriks tak negative berukuran  $n \times n$

$V$  matriks tak singular berukuran  $n \times n$

$FV^{-1}$  merupakan matriks next generation

$\rho$  adalah radius spectral dari matriks  $FV^{-1}$

### 3. Hasil dan Pembahasan

Bagian ini menyajikan hasil estimasi parameter dan simulasi model matematika. Estimasi parameter dilakukan dengan menggunakan metode regresi linear berganda, di mana variabel-variabel independen meliputi fasilitas kesehatan, gizi, sosial ekonomi, dan sanitasi. Berdasarkan analisis regresi, diperoleh nilai koefisien regresi untuk setiap faktor penyebab stunting.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membangun model matematika SEIR
2. Menganalisis model matematika SEIR
3. Melakukan Estimasi Parameter
4. Melakukan Simulasi

#### 3.1. Estimasi Parameter

Estimasi parameter adalah proses menentukan nilai dari parameter-parameter model yang tidak diketahui berdasarkan data yang ada. Dalam konteks pemodelan matematika atau statistik, estimasi parameter digunakan untuk menyesuaikan model agar lebih akurat merepresentasikan fenomena yang sedang dipelajari. Pada penelitian ini model matematika yang sudah terbentuk dan data yang sudah dimiliki dilakukan perhitungan estimasi parameter menggunakan regresi linear berganda. Metode yang digunakan yakni *Ordinary Least Square* (OLS) dan *Partial Least Square* (PLS) guna mencari nilai parameter yang nantinya akan digunakan dalam simulasi.

**Tabel 1.** Parameter

Keterangan	Parameter	Syarat	Satuan
Laju kelahiran dan kematian alami	$\mu$	$\mu > 0$	$\frac{\text{Individu}}{\text{Bulan}}$
Laju <i>Free Recruitmen</i> bayi sehat	$N$	$N \geq 0$	$\frac{\text{Individu}}{\text{Bulan}}$
Laju <i>Free Recruitmen</i> bayi <i>stunting</i>	$M$	$M \geq 0$	$\frac{\text{Individu}}{\text{Bulan}}$
Laju bayi sehat menjadi balita <i>stunting</i>	$\alpha$	$\alpha \geq 0$	$\frac{\text{Individu}}{\text{Bulan}}$
Laju bayi <i>stunting</i> menjadi balita <i>stunting</i>	$\lambda$	$\lambda \geq 0$	$\frac{\text{Individu}}{\text{Bulan}}$
Laju balita <i>stunting</i> menjadi dewasa sehat	$\delta$	$\delta \geq 0$	$\frac{\text{Individu}}{\text{Bulan}}$
Laju balita <i>stunting</i> menjadi dewasa <i>stunting</i>	$\gamma$	$\gamma \geq 0$	$\frac{\text{Individu}}{\text{Bulan}}$

### 3.2. Simulasi

Simulasi pada matematika adalah teknik yang digunakan untuk meniru atau merepresentasikan fenomena dunia nyata secara matematis melalui model yang dapat dianalisis dan dieksplorasi. Tujuan utama simulasi adalah untuk memahami, memprediksi, atau mengoptimalkan sistem yang kompleks tanpa harus menguji sistem tersebut secara langsung. Pada penelitian ini simulasi merupakan tahap akhir setelah dilakukan analisis dan perhitungan estimasi parameter. Simulasi dilakukan dengan menggunakan bantuan python.

## 4. Simpulan

Simulasi menunjukkan bahwa kestabilan titik kesetimbangan bebas stunting dapat dicapai saat bilangan reproduksi dasar  $R_0$  lebih kecil dari 1. Hal ini menandakan bahwa prevalensi stunting akan menurun secara bertahap hingga mencapai nol. Sebaliknya, jika  $R_0 > 1$ , stunting akan menjadi endemik dan jumlah kasus akan tetap ada secara konsisten.

Pembahasan ini memberikan gambaran menyeluruh tentang bagaimana pendekatan berbasis data dan model matematika dapat digunakan untuk memahami dinamika kasus stunting. Dengan memanfaatkan metode analisis kuantitatif dan simulasi numerik, strategi kebijakan yang lebih efektif dapat diidentifikasi, memberikan kontribusi yang signifikan dalam upaya menekan prevalensi stunting di masyarakat. Strategi ini tidak hanya membantu dalam pengambilan keputusan berbasis bukti, tetapi juga memberikan landasan bagi pengembangan kebijakan kesehatan yang berkelanjutan.

## Daftar Pustaka

- Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. (2018). *Laporan Nasional Riskesdas 2018*. Lembaga Penerbit Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.
- Diekmann, O., Heesterbeek, J. A. P., & Metz, J. A. J. (1990). On the definition and the computation of the basic reproduction ratio  $R_0$  in models for infectious diseases in heterogeneous populations. *Journal of Mathematical Biology*, 28(4). <https://doi.org/10.1007/BF00178324>
- Hasmianti, Sri Auliyah S, Pratama, M. I., Ade Septiani Kusuma Dewi, Muh. Taufiqurahman, & Nurul Sakinah. (2023). Analisis Model Matematika dalam Menemukan Solusi Permasalahan Stunting Akibat Kesehatan Mental Masyarakat di Kabupaten Jenepono. *Proximal: Jurnal Penelitian Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 7(1), 44–55. <https://doi.org/10.30605/proximal.v7i1.3133>
- Kresnawati, K. , & I. J. D. (2020). Perlindungan sosial bagi anak usia dini pada keluarga yang rentan sosial ekonomi. *Sosio Informa*, 6(3), 223–238.
- Laily, L. A. , & Indarjo, S. (2023). Literature Review: Dampak Stunting terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Anak. *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*, 7(3).
- Muh. Isbar Pratama, & Lismayani, A. (2023). SIMULASI PEMODELAN MATEMATIKA SEIR TERHADAP PENGARUH SANITASI PADA KASUS STUNTING DI INDONESIA. *Proximal: Jurnal Penelitian Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 6(1), 224–231. <https://doi.org/10.30605/proximal.v6i1.2230>
- Putra, P. (2022). Peran Pemerintah Dalam Penanggulangan Perbaikan Gizi Berdasarkan Undang-Undang Sebuah Studi Pustaka. *PROCEEDING IAIN Batusangkar*, 1(1), 1046–1052.
- van den Driessche, P. (2017). Reproduction numbers of infectious disease models. *Infectious Disease Modelling*, 2(3), 288–303. <https://doi.org/10.1016/j.idm.2017.06.002>
- van den Driessche, P., & Watmough, J. (2002). Reproduction numbers and sub-threshold endemic equilibria for compartmental models of disease transmission. *Mathematical Biosciences*, 180(1–2), 29–48. [https://doi.org/10.1016/S0025-5564\(02\)00108-6](https://doi.org/10.1016/S0025-5564(02)00108-6)
- WHO. (2014). *Global Nutrition Targets 2025: Stunting Policy Brief*.