



## Analisis Ketersediaan Daging Sapi Potong di Kabupaten Toba Menggunakan Model Sistem Dinamik

Samuel Natamaro Purba<sup>1</sup>, Shyndy Shyntia Marpaung<sup>2</sup>, Rendy Yohanes Gultom<sup>3</sup>

<sup>123</sup> Program Studi Manajemen Rekayasa, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Del

### Abstrak

Received: 20 Juni 2025  
Revised: 27 Juni 2025  
Accepted: 01 Juli 2025

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis ketersediaan daging sapi potong pada Kabupaten Toba menggunakan metode sistem dinamik. Metode ini digunakan karena mampu memodelkan hubungan kompleks antara variabel-variabel yang mempengaruhi ketersediaan daging sapi, seperti tingkat kelahiran sapi, kematian sapi, produksi, dan konsumsi daging sapi per kapita. Simulasi didasarkan pada data historis dari 2017 hingga 2024. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dua faktor utama memengaruhi ketersediaan daging sapi yaitu tingkat kelahiran sapi dan produktivitas pemotongan sapi. Simulasi scenario dengan peningkatan sebesar 40% dan produktivitas pemotongan sebesar 70% menunjukkan dampak signifikan terhadap stabilitas ketersediaan daging sapi. Analisis validasi model menggunakan Mean Absolute Percent Error (MAPE) menemukan nilai error sebesar 16% yang menunjukkan model akurat dalam merepresentasikan kondisi nyata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlunya kebijakan untuk mengendalikan pemotongan sapi produktif, meningkatkan kualitas pakan ternak, dan meningkatkan angka kelahiran sapi melalui inseminasi buatan. Aplikasi kebijakan ini diharapkan dapat memastikan pasokan daging sapi yang berkelanjutan di Kabupaten Toba dan mendukung ketahanan pangan lokal

**Kata Kunci:** Ketersediaan daging sapi, Model Sistem Dinamik, Kabupaten Toba, Inseminasi Buatan, Kebijakan Peternakan

(\*) Corresponding Author:

<sup>1</sup> [Natamaropurba@gmail.com](mailto:Natamaropurba@gmail.com), <sup>2</sup> [shyndymarpaung@gmail.com](mailto:shyndymarpaung@gmail.com), <sup>3</sup> [yoyogltmrendy@gmail.com](mailto:yoyogltmrendy@gmail.com)

**How to Cite:** Purba, S., Marpaung, S., Gultom, R., & Silalahi, F. (2025). Analisis Ketersediaan Daging Sapi Potong di Kabupaten Toba Menggunakan Model Sistem Dinamik. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 11(7.D), 243-253. Retrieved from <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/11218>.

## PENDAHULUAN

Sapi merupakan salah satu komoditas penting dalam sektor peternakan di Indonesia, khususnya dalam memenuhi kebutuhan protein hewani pada masyarakat. Daging sapi tidak hanya memenuhi kebutuhan gizi masyarakat, tetapi juga berkontribusi pada perekonomian lokal melalui aktivitas peternakan dan perdagangan (Fuadi & Sugiarto, 2019). Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), populasi sapi mengalami fluktuasi yang signifikan, dengan tantangan seperti rendahnya angka kelahiran dan tingginya angka kematian ternak yang mempengaruhi ketersediaan daging sapi. Data menunjukkan bahwa pada tahun 2022, produksi daging sapi di Kabupaten Simalungun mencapai 2.124.705,00 kg, meskipun mengalami penurunan dari tahun sebelumnya. Hal ini menunjukkan adanya masalah serupa yang mungkin juga terjadi di Kabupaten Toba, dimana permintaan daging sapi meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk, urbanisasi, dan pola konsumsi (Hidayat et al., 2024). Namun, Kabupaten Toba menghadapi sejumlah kendala dalam hal ketersediaan daging sapi, seperti perbedaan antara permintaan dan pasokan, distribusi yang tidak merata, serta perubahan harga yang tidak stabil (Sigiro et al., 2023). Keadaan ini tidak hanya

mempengaruhi kemampuan masyarakat untuk mengakses daging sapi, tetapi juga kelangsungan sektor peternakan di Kabupaten Toba.

Kabupaten Toba, sebagai salah satu daerah yang memiliki potensi besar dibidang peternakan, menghadapi tantangan yang cukup signifikan dalam memastikan ketersediaan daging sapi yang stabil. Meskipun daerah ini memiliki potensi sumber daya alam yang mendukung peternakan, seperti lahan yang subur dan iklim yang sesuai, namun masalah seperti rendahnya angka kelahiran sapi dan tingginya angka kematian sapi menghambat peningkatan produksi daging sapi (Martauli et al., 2022). Data dari BPS Provinsi Sumatera Utara (2023) menyatakan pada Kabupaten Toba sebanyak 95.880,68 kg daging sapi telah diproduksi. Faktor lain yang mempengaruhi ketersediaan daging sapi adalah pola konsumsi masyarakat (Suryana et al., 2019). Rata-rata konsumsi daging sapi masyarakat Sumatera Utara mencapai 2 kg/kapita/tahun, yang menambah tekanan terhadap ketersediaan pasokan lokal di Kabupaten Toba. Oleh karena itu, pengelolaan ketersediaan daging sapi dengan efektif dan efisien sangat penting untuk mendukung stabilitas pasokan pangan dan perkembangan ekonomi lokal.

Untuk memahami lebih lanjut mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi ketersediaan daging sapi, analisis sistem dinamis menjadi metode yang relevan. Metode ini memungkinkan peneliti untuk menganalisis hubungan antar berbagai variabel secara menyeluruh serta dapat memprediksi efek dari perubahan kebijakan. Penelitian yang sudah ada menunjukkan bahwa model sistem dinamis menjadi metode yang relevan sebab dapat memberi gambaran yang lebih jelas tentang perilaku sistem dan membantu dalam pengambilan keputusan berbasis data (Artika & Chaerul, 2020). Penelitian oleh Yulastari et al., (2018) di Provinsi Bali menggunakan model sistem dinamis untuk menganalisis ketersediaan daging sapi dan menemukan bahwa interaksi antara populasi ternak, tingkat pemotongan, dan permintaan pasar sangat mempengaruhi ketersediaan daging sapi. Pendekatan ini penting untuk mengidentifikasi berbagai faktor yang mempengaruhi ketersediaan daging sapi, termasuk produksi, distribusi, konsumsi, dan kebijakan pemerintah (Fadhillah et al., 2023). Melalui pemahaman terhadap dinamika ini, model sistem dinamik diharapkan mampu memberikan gambaran yang lebih lengkap mengenai faktor-faktor yang berdampak pada ketersediaan daging sapi di Kabupaten Toba, dan menawarkan solusi yang berdasarkan data

Melalui penelitian ini, diharapkan diperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai dinamika ketersediaan daging sapi dan dapat menjadi dasar bagi kebijakan yang lebih efektif dalam pengembangan sektor peternakan di Kabupaten Toba. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan isu ketersediaan daging sapi di daerah lain di Indonesia.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

**Ketersediaan Daging Sapi Potong** adalah salah satu krusial dalam upaya menciptakan ketahanan pangan di Indonesia. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Maharani et al., (2024) dikatakan bahwa permintaan daging sapi meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dan pendapatan per kapita. Di tingkat lokal, Kabupaten Toba memiliki karakteristik agrikultural khas yang unik, yang dipengaruhi oleh kondisi geografis dan pola konsumsi masyarakat setempat. Dalam menganalisis ketersediaan daging sapi potong, penting untuk mempertimbangkan kebijakan pemerintah daerah yang berkaitan dengan dukungan infrastruktur agrikultur. Selain itu, keberlanjutan lahan penggembalaan menjadi tantangan signifikan yang perlu dihadapi untuk mempertahankan ketersediaan daging sapi.

**Model Sistem Dinamik** adalah pendekatan berbasis simulasi yang digunakan untuk menganalisis perilaku sistem kompleks dalam periode waktu tertentu (Pasaribu & Bakara, 2024). Keunggulan model sistem dinamik terletak pada kemampuan untuk mensimulasikan

berbagai jenis skenario kebijakan (Andhika, 2019). Penerapan model sistem dinamik dalam bidang peternakan menunjukkan hasil yang signifikan, terutama dalam memprediksi ketersediaan dan permintaan komoditas tertentu. Dengan menggunakan model ini, analisis bisa dilakukan dengan lebih terstruktur, mendukung pengambilan keputusan yang berbasis data. Pada penelitian ini, model sistem dinamik diterapkan untuk mengidentifikasi pola ketersediaan daging sapi di Kabupaten Toba.

**Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Ketersediaan Daging Sapi** dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik dari sisi penawaran maupun permintaan. Dari sisi penawaran, populasi ternak menjadi faktor utama yang menentukan jumlah produksi daging sapi. Selain itu, tingkat reproduksi ternak dan ketersediaan pakan berkualitas juga berperan signifikan dalam meningkatkan produktivitas (Ashari et al., 2022). Di sisi lain, permintaan daging sapi dipengaruhi oleh jumlah penduduk dan pola konsumsi masyarakat, yang secara keseluruhan menentukan kebutuhan daging sapi. Tingkat pendapatan masyarakat juga merupakan indikator penting dalam pola konsumsi daging sapi (Anshar et al., 2016). Oleh karena itu, analisis yang menggabungkan faktor penawaran dan permintaan sangat diperlukan untuk menghasilkan proyeksi yang akurat mengenai ketersediaan daging sapi.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode model sistem dinamik untuk menganalisis ketersediaan daging sapi potong di Kabupaten Toba. Model sistem dinamik dipilih karena mampu merepresentasikan dinamika variabel-variabel yang saling mempengaruhi secara kompleks dalam sistem persediaan dan permintaan daging sapi potong. Penelitian dilakukan di Kabupaten Toba, dengan fokus pada data ketersediaan dan permintaan daging sapi potong. Data diambil dari sumber tersedia yaitu Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Utara dan Badan Pusat Statistik Kabupaten Toba.

### Key variabel yang diamati

Penelitian ini menggunakan metode sistem dinamis untuk mengevaluasi ketersediaan daging sapi potong di Kabupaten Toba. Dalam pendekatan ini, terdapat dua kelompok variabel utama yang menjadi fokus analisis, yaitu variabel eksogen dan endogen. Variabel eksogen adalah variabel yang dipengaruhi oleh faktor eksternal dalam model, berperan sebagai pemicu perubahan, tetapi tidak terpengaruh oleh variabel lain di dalam sistem (Talitha & Berliyana, 2022). Sebaliknya, variabel endogen adalah variabel yang dipengaruhi secara langsung oleh interaksi dengan variabel lain dalam model (Shofa & Widyarto, 2018).

Melalui penerapan sistem dinamis, penelitian ini bertujuan untuk memahami keterkaitan yang kompleks antara variabel eksogen dan endogen, sekaligus mengevaluasi dampak perubahan masing-masing variabel terhadap upaya peningkatan ketersediaan daging sapi potong. Variabel eksogen dan endogen yang dianalisis dalam model sistem dinamis ini melibatkan berbagai aspek yang relevan dengan ketersediaan daging sapi potong di Kabupaten Toba. Adapun variabel eksogen dan endogen yang terdapat dalam model sistem dinamis ketersediaan daging sapi potong di Kabupaten Toba adalah sebagai berikut:

*Tabel 1. Variabel Endogen dan Eksogen*

N o	Variabel Endogen		Variabel Eksogen
1	Populasi sapi potong		Tingkat kelahiran sapi
2	Produksi daging sapi		Tingkat kematian sapi
3	Ketersediaan daging sapi		Tingkat kelahiran populasi penduduk
4	Rata-rata bobot sapi potong		Tingkat kematian populasi penduduk

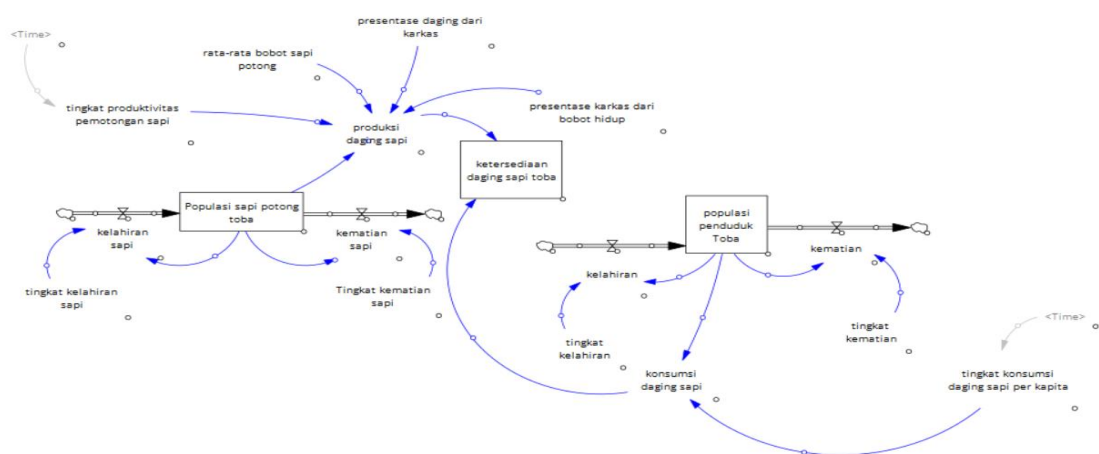
5	Persentase karkas dari bobot hidup sapi		Tingkat konsumsi daging sapi per kapita.
6	Persentase daging dari karkas.		

Ketersediaan daging sapi potong menjadi variabel kunci dalam analisis sistem dinamik di Kabupaten Toba karena merupakan indikator utama untuk memenuhi kebutuhan konsumsi masyarakat setempat. Dalam model sistem dinamik, ketersediaan daging sapi tidak hanya menjadi hasil akhir yang diukur, tetapi juga memainkan peran penting dalam pengambilan keputusan terkait kebijakan peternakan dan distribusi. Variabel ini dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, termasuk populasi sapi potong, tingkat produktivitas pemotongan sapi, rata-rata bobot sapi potong, serta tingkat konsumsi daging sapi per kapita. Selain itu, dinamika populasi sapi potong, seperti tingkat kelahiran dan kematian sapi, juga mempengaruhi ketersediaan daging sapi secara langsung. Dengan memahami hubungan kausal antar variabel tersebut, model sistem dinamik dapat memberikan wawasan yang lebih komprehensif dalam merumuskan strategi untuk meningkatkan pasokan daging sapi potong di Kabupaten Toba, guna memenuhi permintaan konsumsi masyarakat secara berkelanjutan.

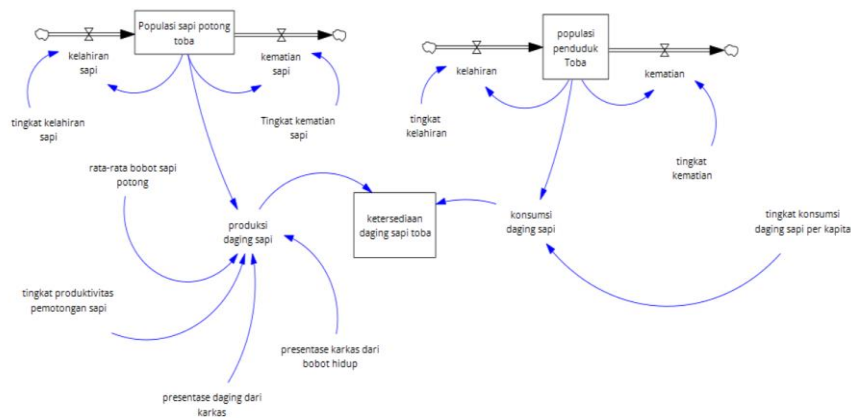
**Causal Loop Diagram (CLD)**

Pemodelan sistem dinamis digunakan untuk mensimulasikan hasil dari strategi yang telah diterapkan sebelumnya dengan menyusun *Causal Loop Diagram (CLD)*. *Causal Loop Diagram* adalah diagram sebab-akibat yang bertujuan untuk menganalisis dan memecahkan permasalahan melalui pendekatan sistem, dengan mempertimbangkan keterkaitan dinamis dalam suatu sistem (Rifki Saputro et al., 2024). Diagram ini menggunakan simbol panah untuk mengidentifikasi hubungan sebab-akibat antar variabel, sehingga membantu dalam memvisualisasikan keterkaitan variabel-variabel yang disusun dalam model konseptual (Hanif et al., 2024)

Dalam penelitian ini, CLD digunakan untuk menggambarkan hubungan sebab-akibat antara variabel-variabel yang mempengaruhi sistem ketersediaan daging sapi potong di Kabupaten Toba. Model ini mencakup interaksi antara populasi sapi potong, produksi daging sapi, konsumsi daging sapi per kapita, serta faktor-faktor lain seperti tingkat kelahiran sapi, tingkat kematian sapi, rata-rata bobot sapi potong, dan persentase karkas dari bobot hidup. Hubungan-hubungan ini membentuk loop umpan balik yang menggambarkan bagaimana perubahan pada satu variabel, misalnya tingkat produktivitas pemotongan sapi, dapat berdampak pada variabel lain dalam sistem ketersediaan daging sapi. Struktur hubungan ini disajikan dalam diagram berikut.



**Gambar 1. Causal Loop Diagram Stock and Flow Diagram**

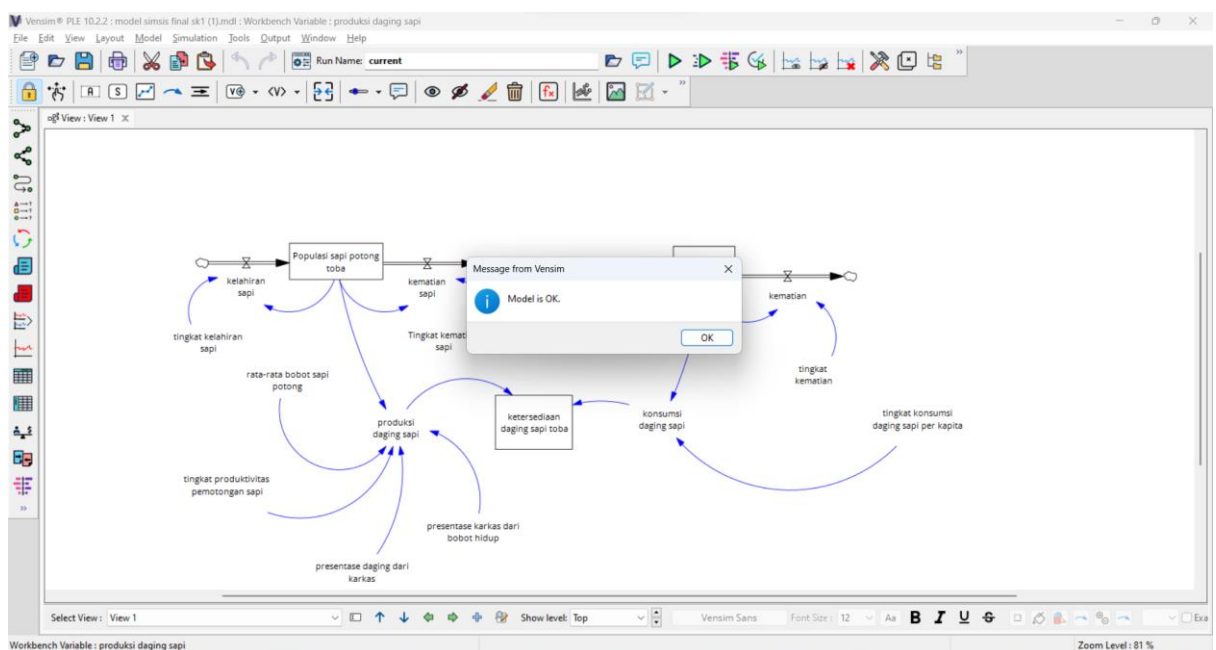


Gambar 2. Stock and Flow Diagram

Tabel 2. Formulasi, Tipe dan Unit dari Setiap Variabel

Variabel	Formula	Unit
<b>Populasi Sapi Potong Toba</b>	Populasi Sapi Potong Toba = Kelahiran Sapi - Kematian Sapi	ekor
<b>Kelahiran Sapi</b>	Kelahiran Sapi = Tingkat Kelahiran Sapi * Populasi Sapi Potong Toba	Ekor/tahun
<b>Kematian Sapi</b>	Kematian Sapi = Tingkat Kematian Sapi * Populasi Sapi Potong Toba	ekor/tahun
<b>Produksi Daging Sapi</b>	Produksi Daging Sapi = Populasi Sapi Potong Toba * Rata-rata Bobot Sapi Potong * Presentase Karkas	kg/tahun
<b>Presentase Karkas</b>	Presentase Karkas = Presentase Karkas dari Bobot Hidup * Presentase Daging dari Karkas	persen
<b>Ketersediaan Daging Sapi Toba</b>	Ketersediaan Daging Sapi Toba = Produksi Daging Sapi - Konsumsi Daging Sapi	kg
<b>Populasi Penduduk Toba</b>	Populasi Penduduk Toba = Kelahiran Penduduk - Kematian Penduduk	orang
<b>Kelahiran Penduduk</b>	Kelahiran Penduduk = Tingkat Kelahiran Penduduk * Populasi Penduduk Toba	orang/tahun
<b>Kematian Penduduk</b>	Kematian Penduduk = Tingkat Kematian Penduduk * Populasi Penduduk Toba	orang/tahun
<b>Konsumsi Daging Sapi</b>	Konsumsi Daging Sapi = Tingkat Konsumsi Daging Sapi per Kapita * Populasi Penduduk Toba	kg/tahun
<b>Rata-rata Bobot Sapi Potong</b>	Konstanta	kg/sapi
<b>Tingkat Kelahiran Sapi</b>	Konstanta	persen/tahun
<b>Tingkat Kematian Sapi</b>	Konstanta	persen/tahun

<b>Tingkat Kelahiran Penduduk</b>	Konstanta	persen/tahun
<b>Tingkat Kematian Penduduk</b>	Konstanta	persen/tahun
<b>Tingkat Konsumsi Daging Sapi per Kapita</b>	Konstanta	kg/orang/tahun
<b>Presentase Karkas dari Bobot Hidup</b>	Konstanta	persen
<b>Presentase Daging dari Karkas</b>	Konstanta	persen



Gambar 3. Unit Model Vensim

### Verifikasi dan Validasi Model

Setelah model sistem dinamis disimulasikan, langkah penting berikutnya adalah melakukan pengujian verifikasi dan validasi untuk memastikan model dapat bekerja sesuai dengan tujuan dan merepresentasikan sistem nyata dengan baik. Verifikasi dilakukan untuk mendeteksi adanya kesalahan atau ketidaksesuaian dalam model, yang mencakup pengujian logika model serta kesesuaian satuan unit antar variabel. Sementara itu, validasi bertujuan untuk mengevaluasi apakah model yang dirancang benar-benar merepresentasikan sistem nyata secara akurat (Satrio & Suryani, 2017). Dalam penelitian ini, validasi dilakukan melalui satu metode yaitu Pengujian Validitas Perilaku (Behaviour Reproduction Validity Test). Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan pola hasil simulasi model dengan pola data aktual pada sistem nyata (Pattiapon, 2015). Variabel yang diuji dalam penelitian ini adalah produksi daging sapi dan tingkat konsumsi daging sapi per kapita. Metode perhitungan yang digunakan adalah *Mean Absolute Percent Error* (MAPE), di mana model dinyatakan valid jika error rata-rata yang dihasilkan kurang dari 20% (Agustian & Wibowo, 2019). Berdasarkan hasil verifikasi dan validasi yang telah dilakukan, model sistem dinamis yang

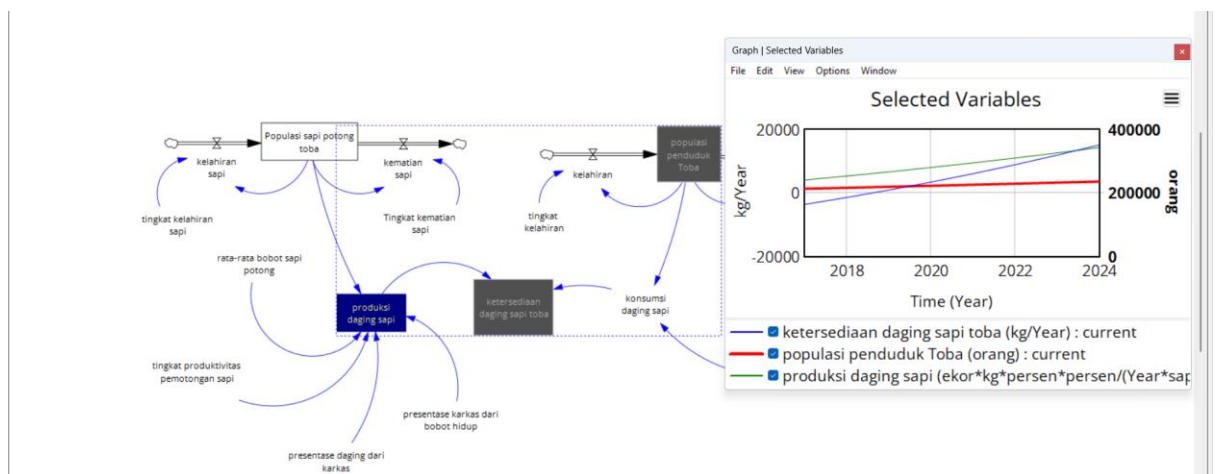
dirancang untuk menganalisis ketersediaan daging sapi potong di Kabupaten Toba dinyatakan valid dan dapat digunakan untuk simulasi serta pengambilan keputusan strategis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Rentang Waktu Simulasi

Rentang waktu simulasi dalam penelitian ini ditetapkan dari tahun 2017 hingga tahun 2024. Periode ini dipilih karena mencakup data historis yang relevan dan mencerminkan kondisi populasi sapi potong, tingkat produksi daging sapi, serta konsumsi daging sapi di Kabupaten Toba secara aktual. Data selama rentang waktu tersebut dianggap cukup untuk menganalisis tren jangka panjang terkait ketersediaan daging sapi potong. Dengan menggunakan data ini, simulasi diharapkan mampu menghasilkan gambaran yang valid mengenai dampak kebijakan yang diterapkan serta memberikan dukungan dalam proses pengambilan keputusan strategis yang berbasis data untuk pengelolaan ketersediaan daging sapi di Kabupaten Toba.

### Kondisi dasar



Gambar 5. Kondisi Dasar Biaya Bahan Baku, Operasional dan Tenaga Kerja

Grafik yang ditampilkan pada gambar Vensim ini menggambarkan kondisi dasar terkait ketersediaan daging sapi potong, populasi penduduk, dan produksi daging sapi di Kabupaten Toba dalam rentang waktu 2018 hingga 2024. Berdasarkan grafik, berikut adalah penjelasan untuk setiap komponen yang terlihat:

1. Ketersediaan Daging Sapi Toba (garis biru):

Ketersediaan daging sapi menunjukkan peningkatan yang stabil sepanjang periode yang dianalisis. Peningkatan ini mencerminkan adanya faktor-faktor yang berkontribusi pada pertumbuhan pasokan daging sapi, seperti jumlah sapi yang lebih banyak dipotong, serta peningkatan produksi dari populasi sapi potong yang ada.

2. Populasi Penduduk Toba (garis merah):

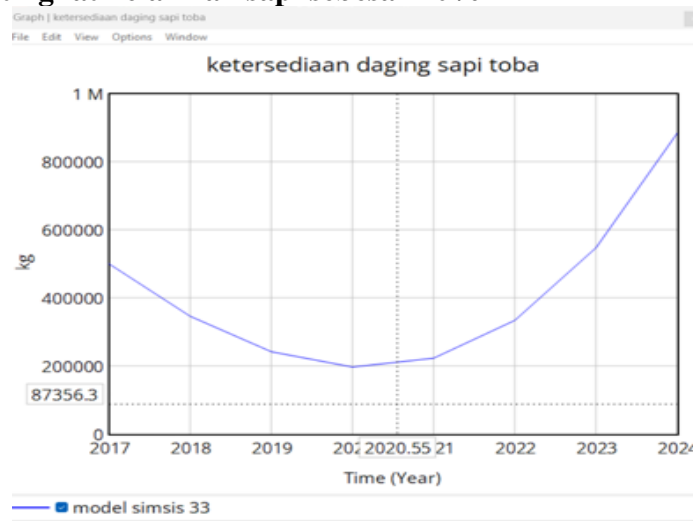
Populasi penduduk Kabupaten Toba juga menunjukkan tren kenaikan yang stabil. Kenaikan ini berhubungan langsung dengan konsumsi daging sapi, di mana jumlah penduduk yang lebih banyak berpotensi meningkatkan permintaan terhadap daging sapi.

3. Produksi Daging Sapi (garis hijau):

Produksi daging sapi mengikuti pola yang lebih linier dan sedikit berbeda dari ketersediaan daging sapi. Grafik ini menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan produksi daging sapi yang masih terhubung erat dengan pertumbuhan populasi sapi potong dan faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat pemotongan sapi, seperti produktivitas pemotongan dan bobot sapi potong.

## Skenario

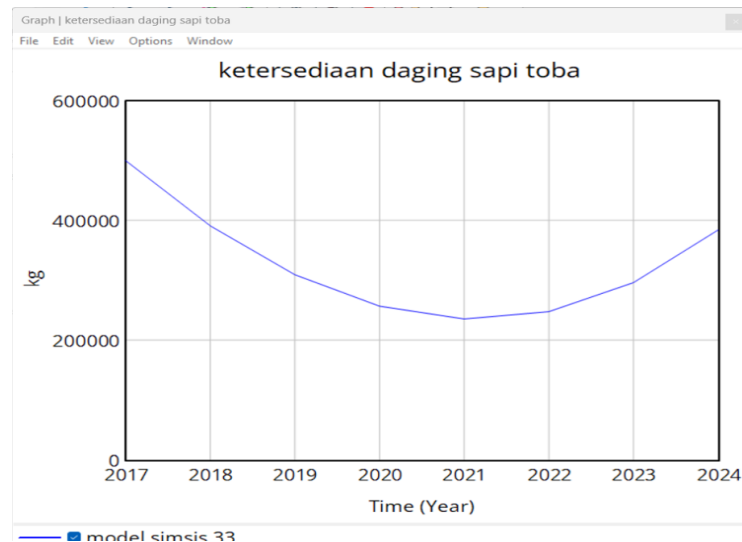
### Dengan peningkatan tingkat kelahiran sapi sebesar 40%



Gambar 6. Skenario 1 terhadap peningkatan ketersediaan daging sapi toba sebesar 40%

Hasil simulasi skenario 1 menunjukkan bahwa peningkatan tingkat kelahiran sapi sebesar 40% memberikan dampak signifikan terhadap ketersediaan daging sapi di Kabupaten Toba. Pada awal periode 2017, ketersediaan daging sapi tercatat sebesar 87.356 kg, namun mengalami penurunan hingga titik terendah pada tahun 2020 akibat laju pemotongan sapi yang lebih tinggi dibandingkan tingkat kelahiran. Setelah kebijakan ini diterapkan, tren ketersediaan daging sapi mulai meningkat tajam sejak 2021 hingga mencapai lebih dari 1 juta kg pada tahun 2024. Peningkatan ini menunjukkan bahwa pengelolaan populasi sapi potong melalui kebijakan peningkatan kelahiran dapat menjadi solusi efektif untuk stabilisasi produksi daging sapi. Dengan perencanaan yang lebih terkontrol, skenario ini berpotensi mengatasi ketidakstabilan pasokan dan mendukung pemenuhan kebutuhan konsumsi daging sapi di Kabupaten Toba secara berkelanjutan.

### Dengan peningkatan Tingkat Produktivitas Pemotongan Sapi sebesar 70%



Gambar 7. Skenario 2 terhadap peningkatan Tingkat Produktivitas Pemotongan Sapi sebesar 70%

Hasil simulasi pada skenario 2 menunjukkan bahwa peningkatan tingkat produktivitas pemotongan sapi sebesar 70% berdampak signifikan terhadap ketersediaan daging sapi di Kabupaten Toba. Pada tahun 2017, ketersediaan daging sapi berada di angka sekitar 400.000 kg, namun mengalami tren penurunan hingga mencapai titik terendah pada tahun 2020. Hal ini terjadi akibat tingginya laju pemotongan sapi yang melebihi kapasitas regenerasi populasi sapi potong. Namun, mulai tahun 2021, ketersediaan daging sapi kembali menunjukkan tren peningkatan secara bertahap hingga mencapai angka mendekati 400.000 kg pada tahun 2024. Peningkatan produktivitas pemotongan terbukti efektif dalam memaksimalkan hasil produksi daging sapi, tetapi perlu diimbangi dengan upaya menjaga tingkat kelahiran sapi agar ketersediaan daging sapi tetap berkelanjutan dalam jangka panjang. Kebijakan ini dapat mendukung pemenuhan kebutuhan daging sapi di Kabupaten Toba dengan pengelolaan yang lebih efisien.

### Pengujian dan Validasi

Tahun	Data Aktual	Data Model	Error	Nilai Absolut Error	Absolut Nilai Error/Nilai Aktual
2017	500000	500000	0	0	0
2018	346004	391049	-45045	45045	0.130186356
2019	214792	309387	-94595	94595	0.440402808
2020	107740	256839	-149099	149099	1.383877854
2021	26444.7	235498	-209053.3	209053.3	7.905300495
2022	27257	247747	-220490	220490	8.089298162
2023	-51275.3	296274	-347549.3	347549.3	-6.778103687
2024	-43248.7	384101	-427349.7	427349.7	-9.881214927
				Total	1.289747062
			n	8	
			MAPE	16%	

Gambar 8. Hasil Pengujian dan Validasi

Hasil dari pengujian dengan menggunakan metode Behavior Reproduction didapatkan bahwa persentase dari MAPE nya adalah sebesar 16% sehingga dapat disimpulkan bahwa model ini valid.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan menggunakan model sistem dinamik untuk menganalisis ketersediaan daging sapi potong di Kabupaten Toba, model sistem dinamik yang dibangun menunjukkan bahwa ketersediaan daging sapi potong di Kabupaten Toba dipengaruhi oleh beberapa variabel utama, antara lain jumlah populasi ternak sapi, tingkat

pemotongan sapi, angka kelahiran sapi, dan laju konsumsi daging sapi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa ketersediaan daging sapi potong cenderung mengalami fluktuasi dalam periode waktu tertentu seiring dengan perubahan pola konsumsi dan jumlah pemotongan. Dari hasil analisis sensitivitas, faktor angka kelahiran sapi dan tingkat pemotongan merupakan variabel yang paling signifikan memengaruhi ketersediaan daging sapi. Angka kelahiran sapi yang rendah dan tingkat pemotongan yang tinggi menyebabkan penurunan drastis pada populasi sapi, yang pada akhirnya berdampak pada penurunan ketersediaan daging sapi di pasar lokal. Simulasi proyeksi menunjukkan bahwa ketersediaan daging sapi menurun secara bertahap apabila tidak ada intervensi kebijakan yang dilakukan. Penurunan ini akan semakin cepat jika konsumsi daging sapi terus meningkat, sementara angka pertumbuhan populasi sapi tidak diimbangi dengan program peningkatan produktivitas ternak.

## SARAN

Berdasarkan model yang dibangun, diperlukan beberapa strategi intervensi kebijakan, di antaranya:

- Program peningkatan angka kelahiran sapi melalui inseminasi buatan (IB) dan pengembangan peternakan rakyat.
- Pengendalian tingkat pemotongan sapi dengan regulasi yang ketat terhadap pemotongan sapi produktif.
- Peningkatan kualitas pakan dan manajemen pemeliharaan ternak untuk mempercepat pertumbuhan dan produktivitas sapi.
- Diversifikasi sumber protein hewani sebagai alternatif untuk mengurangi tekanan konsumsi terhadap daging sapi potong.

Hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar dalam merumuskan kebijakan pengelolaan peternakan sapi potong di Kabupaten Toba. Fokus kebijakan sebaiknya diarahkan pada peningkatan populasi sapi melalui program yang berkelanjutan, sehingga kebutuhan daging sapi dapat terpenuhi tanpa mengurangi populasi ternak secara signifikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustian, S., & Wibowo, H. (2019). Perbandingan Metode Moving Average untuk Prediksi Hasil Produksi Kelapa Sawit. *Perbandingan Metode Moving Average Untuk Prediksi Hasil Produksi Kelapa Sawit, 1*, 156–162.
- Andhika, L. R. (2019). Model Sistem Dinamis: Simulasi Formulasi Kebijakan Publik. *Jurnal Ekonomi Dan Kebijakan Publik, 10*(1), 73–86. <https://doi.org/10.22212/jekp.v10i1.1242>
- Anshar, M., Elly, F. H., Kalangi, L. S., & Hadju, R. (2016). *PENGARUH PENDAPATANMASYARAKAT TERHADAP KONSUMSI DAGING SAPI DI DESA KOTABUNAN KECAMATAN KOTABUNAN KABUPATEN BOLAANG MONGONDOW TIMUR. 36*(2), 363–371.
- Artika, I., & Chaerul, M. (2020). Model Sistem Dinamik untuk Evaluasi Skenario Pengelolaan Sampah di Kota Depok. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan, 8*(3), 261–279. <https://doi.org/10.14710/jwl.8.3.261-279>
- Ashari, M., Wirapribadi, L., Suhardiani, R. A., Poerwoto, H., Andriani, R., & Hidjaz, T. (2022). Perbandingan Performa Reproduksi Sapi Simbal dan Sapi Bali di Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Peternakan Indonesia, 8*(2), 66–74.
- Fadhillah, D., Peternakan, F., Andalas, U., Manis, L., & Barat, S. (2023). *Analysis of Beef Availability in West Sumatra Using the Dynamic System Model. 7*(3), 337–352.
- Fuadi, Y., & Sugiarto. (2019). Menuju Swasembada Daging. *Seminar Nasional Official Statistics 2019: Pengembangan Official Statistics Dalam Mendukung Implementasi SDG's.*, 152–160.

- Hanif, M., Tri, R. B., Wibowo, J., & Shofa, M. J. (2024). *Penerapan Model Sistem Dinamis Pada Sistem Pengelolaan Sampah Di TPAS Cilowong , Kota Serang Application of The Dynamic System Model In Waste Management In The Cilowong Landfills , Serang City*. 88–98.
- Hidayat, D. N., Pujiati, A., & Nihayah, D. M. (2024). *Analisis Elastisitas Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Permintaan Daging Sapi*. 4(2), 97–105.
- Maharani, S., Mayulu, H., Haris, M. I., & Faisal, A. (2024). *Mengungkap Dinamika Impor Sapi Hidup : Peluang dan Tantangan Menuju Swasembada Daging Sapi di Indonesia*. 20(3), 626–639.
- Martauli, E. D., Karo, S. B., Sembiring, S., & Sembiring, R. (2022). Analisis Potensi Pengembangan Ternak Sapi di Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 10(July), 193–208.
- Pasaribu, J. P., & Bakara, K. R. (2024). Simulasi Pemodelan Sistem Dinamik Untuk Prediksi Intensitas Hujan Wilayah Deli Serdang. *Jurnal Teknologi Pembelajaran Interaktif*, 4(2), 33–47.
- Pattiapon, M. L. (2015). PENINGKATAN KINERJA PERUSAHAAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE SUPPLY CHAIN (Studi kasus : PT. Nisso Bahari Surabaya). *ARIKA*, 09.
- Rifki Saputro, M., Muhammad Noor, F., & Nur Maulana, R. (2024). Model Sistem Dinamis Ketersediaan Air PDAM Cilegon Mandiri Dynamic System Model for Water Availability at PDAM Cilegon Mandiri. *Metode Jurnal Teknik Industri*, 10(1), 93–102.
- Satrio, P., & Suryani, E. (2017). *Penerapan Model Sistem Dinamik Untuk Melakukan Pemeliharaan Operasional Aset Unit Transmisi Dan Visualisasi Luaran Model Dengan Menggunakan Dashboard (Studi Kasus: PT.Pln (Persero) App Semarang)*. 6(2).
- Shofa, M. J., & Widyarto, W. O. (2018). Model Sumber Daya Air Untuk Kawasan Industri dan Perumahan dengan Pendekatan Sistem Dinamis. *Jurnal REKAVASI*, 6(2), 117–123.
- Sigiro, J., Ummu Harmain, & Saragih, J. R. (2023). Kajian Kelayakan Pembentukan Sentra Peternakan Sapi Potong di Kabupaten Simalungun. *Jurnal Regional Planning*, 5(2), 113–122. <https://doi.org/10.36985/r43zsk31>
- Suryana, E. A., Martianto, D., & Baliwati, Y. F. (2019). Consumption Patterns and Food Demand for Animal Protein Sources in West Nusa Tenggara and East Nusa Tenggara Provinces. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 17(1), 1–12.
- Talitha, T., & Berliyana, R. (2022). Simulation Model of Production System Using Dynamic System Approach to Increase Production Capacity Tofu Factory. *Opsi*, 15(2), 228. <https://doi.org/10.31315/opsi.v15i2.8059>
- Yulastari, N. M. E., Satriawan, I. K., & Sadyasmara, C. A. B. (2018). Sistem Dinamis Ketersediaan Daging Sapi Di Provinsi Bali. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 6(4), 345. <https://doi.org/10.24843/jrma.2018.v06.i04.p09>