Jurnal SENOPATI

Sustainability, Ergonomics, Optimization, and Application of Industrial Engineering
Jurnal homepage : ejurnal.itats.ac.id/senopati



Model Sistem Dinamis dalam Pengelolaan Rantai Pasok Ayam Ras Petelur Guna Mendukung Ketahanan Pangan

Nabilla Az-Zahra Hamid[1], Hery Murnawan[2]*

[1,2]Jurusan Teknik Industri, Universitas 17 Agustus 1945, Jl. Semolowaru No. 45, Kec. Sukolilo Surabaya, 60118, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Halaman:
80 – 89

Tanggal penyerahan:
11 Mei 2026

Tanggal diterima:
15 Juni 2026

Tanggal terbit:
30 September 2026

EMAIL

[1]1412200247@surel.untag-sby.ac.id@gmail.com*

[2]herymurnawan@untag-sby.ac.id

**) Corresponding Author*

ABSTRACT

Food security in laying hen production is strongly influenced by production stability and supply chain efficiency. Feed cost, as the largest production expense, makes fluctuations in raw material prices and hen productivity directly affect farmers' profitability. This study aims to develop a system dynamics model for managing the laying hen supply chain to support food security. The model was developed using Causal Loop Diagrams and Stock and Flow Diagrams through STELLA software. Model validation was conducted using mean comparison and error variance tests, followed by simulations under existing conditions, feed formulation improvement, raw material price fluctuation, and Hen Day Production (HDP) improvement scenarios. Under existing conditions, a population of 1,000 laying hens with 90% HDP produced 900 eggs or approximately 50 kg per day. The simulation results indicate that the feed formulation improvement scenario achieved the best performance with accumulated profit reaching Rp 461,050,711 in 2035, improving profit margins from 6.4% to 14%, and reducing the Payback Period from 67 to 31 months.

Keywords: *egg production, food security, simulation, supply chain, system dynamics*

ABSTRAK

Ketahanan pangan telur ayam ras dipengaruhi oleh kestabilan produksi dan efisiensi rantai pasok peternakan. Biaya pakan sebagai komponen biaya terbesar menyebabkan perubahan harga bahan baku dan produktivitas ayam berdampak langsung pada keuntungan peternak. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model sistem dinamis dalam pengelolaan rantai pasok ayam ras petelur guna mendukung ketahanan pangan. Model dibangun menggunakan *Causal Loop Diagram* dan *Stock and Flow Diagram* melalui perangkat lunak STELLA. Validasi dilakukan dengan uji *mean comparison* dan *error variance*, kemudian simulasi dijalankan pada skenario kondisi eksisting, perbaikan formulasi pakan, fluktuasi harga bahan baku, dan peningkatan *Hen Day Production*. Pada kondisi eksisting, 1.000 ekor ayam dengan HDP 90% menghasilkan 900 butir telur atau 50 kg per hari. Hasil simulasi menunjukkan skenario perbaikan formulasi pakan terbaik, memiliki peningkatan keuntungan sebesar Rp. 461.050.711 pada tahun 2035, margin dari 6,4% menjadi 14%, dan *Payback Period* dari 69 menjadi 14 bulan.

Kata kunci: *ketahanan pangan, produksi telur ayam, rantai pasok, simulasi, sistem dinamis*

PENDAHULUAN

Ketahanan pangan merupakan salah satu aspek penting dalam pembangunan sektor peternakan karena berkaitan dengan ketersediaan pangan sumber protein hewani bagi masyarakat. Telur ayam ras menjadi salah satu komoditas pangan hewani yang banyak dikonsumsi karena memiliki kandungan gizi tinggi, mudah diperoleh, serta relatif lebih terjangkau dibandingkan

sumber protein hewani lainnya. Peningkatan jumlah penduduk dan kesadaran masyarakat terhadap pemenuhan gizi juga mendorong meningkatnya kebutuhan telur ayam ras sebagai sumber protein harian [1], [2]. Dalam sistem peternakan ayam ras petelur, keberlanjutan produksi tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah populasi ayam, tetapi juga oleh stabilitas pasokan pakan, produktivitas ayam, biaya produksi, distribusi, dan harga pasar. Rantai pasok telur ayam memiliki aliran produk, aliran keuangan, dan aliran informasi yang saling berkaitan dari peternak hingga konsumen akhir [3]. Apabila salah satu aliran tersebut terganggu, misalnya karena keterlambatan distribusi, fluktuasi harga pakan, atau lemahnya koordinasi antar pelaku rantai pasok, maka ketersediaan telur dan keuntungan peternak dapat ikut terdampak [4].

Kabupaten Blitar merupakan salah satu wilayah sentra produksi ayam ras petelur di Jawa Timur. Pada skala usaha 1.000 ekor ayam, tingkat *Hen Day Production* (HDP) sebesar 90% mampu menghasilkan sekitar 900 butir telur per hari atau setara 50 kg per hari. Harga jual Rp25.000 per kg, pendapatan harian peternak mencapai Rp1.250.000. Namun, usaha peternakan ayam ras petelur masih menghadapi kendala utama pada biaya pakan. Kebutuhan pakan sebesar 120 gram per ekor per hari menyebabkan populasi 1.000 ekor ayam membutuhkan sekitar 120 kg pakan per hari, dengan biaya pakan mencapai Rp762.000 per hari. Kondisi ini menunjukkan bahwa biaya pakan menjadi faktor dominan yang memengaruhi biaya produksi dan profitabilitas usaha. Biaya pakan menjadi komponen penting dalam usaha peternakan karena berhubungan langsung dengan biaya produksi dan profitabilitas usaha [16]. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pengendalian persediaan pakan dapat dilakukan dengan pendekatan sistem dinamis karena kebutuhan pakan berubah mengikuti kondisi ternak dan waktu produksi [5]. Pada konteks rantai pasok telur ayam, perubahan harga pakan, permintaan pasar, distribusi, dan kapasitas produksi juga dapat membentuk hubungan sebab-akibat. [6]. Pengelolaan rantai pasok ayam ras petelur perlu dianalisis menggunakan pendekatan yang mampu menggambarkan interaksi antar variabel secara menyeluruh.

Sistem dinamis merupakan pendekatan yang digunakan untuk memahami perilaku sistem kompleks melalui hubungan umpan balik antar variabel. Pendekatan ini dapat menggambarkan perubahan sistem dari waktu ke waktu, memetakan hubungan sebab-akibat, serta menguji beberapa skenario perbaikan tanpa mengganggu sistem nyata [7][11]. Dalam penelitian rantai pasok unggas, sistem dinamis telah digunakan untuk memodelkan ketersediaan ayam, permintaan, produksi, serta dampak skenario kebijakan terhadap ketahanan pangan [8]. Model sistem dinamis juga dapat dibangun melalui *Causal Loop Diagram* dan *Stock and Flow Diagram* untuk menggambarkan hubungan antar variabel secara konseptual dan kuantitatif [9]

Beberapa penelitian sebelumnya telah membahas rantai pasok telur ayam, baik melalui pendekatan *Food Supply Chain Network*, analisis deskriptif rantai pasok [10] maupun sistem dinamis [9][12]. Namun, penelitian yang secara khusus mengembangkan model sistem dinamis pada rantai pasok ayam ras petelur dengan fokus pada hubungan antara produksi telur, kebutuhan pakan, biaya produksi, profit, dan ketahanan pangan masih terbatas [9] [10]. Karakteristik sistem peternakan ayam ras petelur yang melibatkan banyak variabel saling terkait, hubungan umpan balik (*feedback*), serta perubahan kondisi dari waktu ke waktu menjadikan pendekatan sistem dinamis lebih sesuai dibandingkan metode statis. Metode ini mampu menggambarkan interaksi antarvariabel secara menyeluruh, memprediksi perilaku sistem dalam jangka panjang, serta mengevaluasi berbagai skenario kebijakan tanpa mengganggu sistem nyata [8][13]. Model sistem dinamis juga dapat dibangun melalui Causal Loop Diagram dan Stock and Flow Diagram untuk menggambarkan hubungan antar variabel secara konseptual dan kuantitatif [9], [14]. Pengelolaan rantai pasok ayam ras petelur menjadi fokus dalam penerapan model sistem dinamis guna mendukung ketahanan pangan. Analisis mencakup kondisi eksisting sistem, pembangunan model sistem dinamis, dan evaluasi beberapa skenario pengelolaan untuk memperoleh alternatif terbaik dalam meningkatkan profitabilitas usaha dan keberlanjutan produksi telur.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan sistem dinamis untuk menggambarkan perilaku rantai pasok ayam ras petelur. Metode ini dipilih karena sistem peternakan ayam ras petelur memiliki hubungan antar variabel yang saling memengaruhi, seperti populasi ayam, produksi telur,

kebutuhan pakan, biaya produksi, dan profit usaha. Objek penelitian dilakukan pada Kelompok Tani Sari Bumi di Desa Minggirsari, Kabupaten Blitar. Data yang digunakan terdiri dari data primer melalui observasi dan wawancara, serta data sekunder yang diperoleh dari literatur, jurnal ilmiah, dan dokumen pendukung.

Tahapan penelitian diawali dengan observasi sistem dan pengumpulan data yang meliputi populasi ayam, *Hen Day Production* (HDP), konsumsi pakan, produksi telur, harga bahan baku, biaya produksi, dan profit usaha. Data yang diperoleh kemudian diolah sebagai dasar dalam pengembangan model sistem dinamis. Alur tahapan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini.

Identifikasi Masalah

Mengidentifikasi permasalahan pada peternakan ayam ras petelur yang berkaitan dengan produksi telur, penggunaan pakan, biaya produksi, dan profit usaha sebagai fokus penelitian.

Studi Literatur dan Studi Lapangan

Melakukan kajian pustaka dan observasi lapangan untuk memperoleh informasi yang mendukung penelitian.

Pengumpulan Data

Data diperoleh melalui observasi dan wawancara langsung. Data yang dikumpulkan meliputi data primer (populasi ayam, supplier bahan baku pakan, fase ayam petelur, biaya budidaya, produksi telur, dan konsumsi pakan) serta data sekunder (konsumsi telur masyarakat, jumlah penduduk, populasi dan produksi telur, PDB, dan standar SNI pakan ayam ras petelur).

Penyusunan *Causal Loop Diagram* (CLD)

Menyusun diagram hubungan sebab-akibat antar variabel yang memengaruhi sistem peternakan ayam petelur.

Penyusunan *Stock and Flow Diagram* (SFD)

Model kemudian dikembangkan menjadi *Stock and Flow Diagram* menggunakan perangkat lunak STELLA perangkat ini mampu memvisualisasikan hubungan antarvariabel serta melakukan simulasi perilaku sistem dinamis secara mudah dan terintegrasi dibandingkan perangkat lain seperti Vensim.

Perumusan Model Matematis

Menyusun persamaan matematis berdasarkan hubungan antar variabel dalam model sistem dinamis.

Verifikasi dan Validasi Model

Verifikasi dilakukan untuk memastikan model berjalan sesuai konsep sistem model dapat, sedangkan validasi dilakukan menggunakan *mean comparison* dan *error variance* dengan kriteria E1 ≤ 5% dan E2 ≤ 30%. Berikut rumus *mean comparison* dan *error variance* :

Rumus *mean comparison*:

$$E1 = \frac{|\acute{S} - \acute{A}|}{\acute{A}} \text{..... (1)}$$

Keterangan:

$\acute{S}$ = Nilai rata – rata hasil simulasi

$\acute{A}$ = Nilai rata – rata data

Model dinyatakan valid dan dapat diterima apabila nilai E1 ≤ 5%

Rumus *error variance*:

$$E2 = \frac{|Ss - Sa|}{Sa} \text{.....(2)}$$

Ss = Standar deviasi hasil simulasi

Sa = Standar deviasi data

Model dinyatakan valid dan dapat diterima apabila nilai E2 ≤ 30%

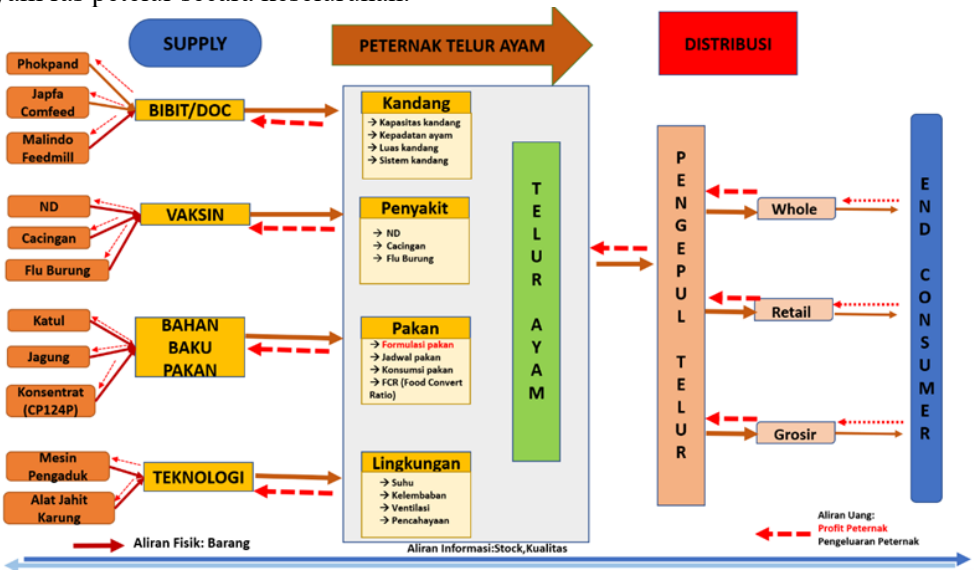
Penyusunan Skenario dan Analisis Simulasi

Simulasi dilakukan pada beberapa skenario. Hasil simulasi dianalisis untuk menentukan skenario terbaik dalam meningkatkan profitabilitas dan keberlanjutan produksi telur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Data I

Pada bagian ini dilakukan pembahasan mengenai *mapping* rantai pasok serta identifikasi variabel yang memengaruhi sistem ayam ras petelur pada Kelompok Tani Sari Bumi. Rantai pasok yang teridentifikasi melibatkan beberapa pelaku, yaitu pemasok bahan baku pakan sebagai penyedia kebutuhan pakan ternak, peternak sebagai pelaku utama dalam kegiatan budidaya dan produksi telur, pengepul telur yang berperan dalam mengumpulkan hasil produksi, distributor yang menyalurkan produk ke berbagai wilayah pemasaran, retailer sebagai penjual kepada konsumen, hingga konsumen akhir sebagai pengguna produk telur yang digambarkan pada Gambar 1. Aliran utama yang dianalisis meliputi aliran bahan baku pakan dari pemasok menuju peternak, aliran produksi telur dari peternak hingga ke konsumen akhir melalui pengepul, distributor, dan retailer, serta aliran informasi seperti harga, permintaan pasar, dan kebutuhan pasokan yang memengaruhi pengambilan keputusan pada setiap pelaku dalam rantai pasok. Pemetaan ini menjadi dasar dalam penyusunan model sistem dinamis yang menggambarkan interaksi antarvariabel dan kinerja rantai pasok ayam ras petelur secara keseluruhan.



Gambar 1. Mapping Rantai Pasok

Mapping rantai pasok, biaya pakan menjadi faktor utama yang memengaruhi biaya produksi dan profit usaha peternakan. *Mapping* rantai pasok digunakan untuk memahami hubungan antar aktor serta aliran produk dalam sistem peternakan ayam ras petelur.

Tabel 1. Variabel pada Sistem Simulasi Dinamis

No	Jenis Variabel	Variabel	Satuan
1	Input	Populasi ayam	Ekor
2	Input	Konsumsi pakan	Kg/hari
3	Input	Harga bahan baku pakan	Rp/kg
4	Input	Harga jual telur	Rp/kg
5	Proses	Hen Day Production (HDP)	%
6	Proses	Produksi telur	Butir/hari
7	Proses	Biaya produksi	Rp/hari
8	Proses	Distribusi telur	Kg/hari
9	Output	Pendapatan	Rp/bulan
10	Output	Profit usaha	Rp/bulan
11	Output	Payback Period	Bulan

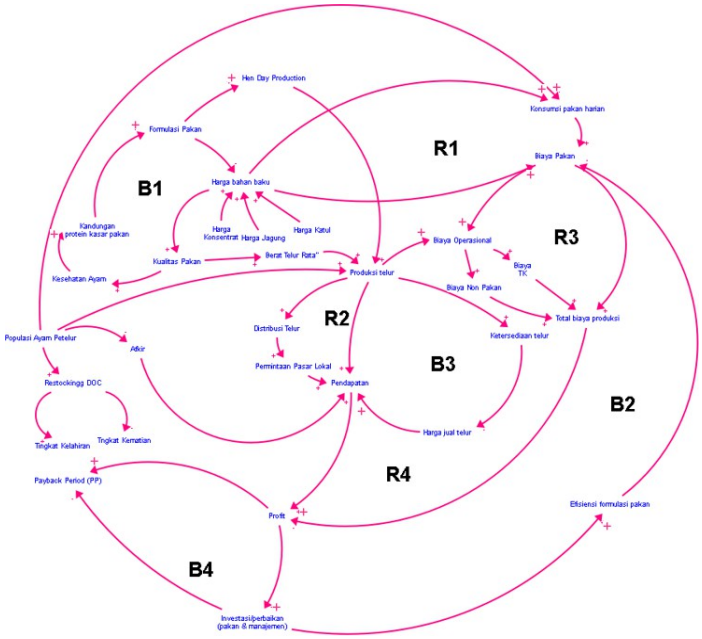
Variabel utama yang digunakan dalam model sistem dinamis rantai pasok ayam ras petelur seperti terlihat pada Tabel 1. Variabel tersebut dikelompokkan menjadi input, proses, dan output

untuk menggambarkan alur sistem mulai dari faktor produksi, proses , hingga hasil kinerja usaha. Pengelompokan ini menjadi dasar dalam penyusunan model simulasi dinamis.

Pembahasan Data II

a. *Causal Loop Diagram* (CLD)

Causal Loop Diagram (CLD) digunakan untuk menggambarkan hubungan sebab-akibat antar variabel dalam sistem rantai pasok ayam ras petelur..

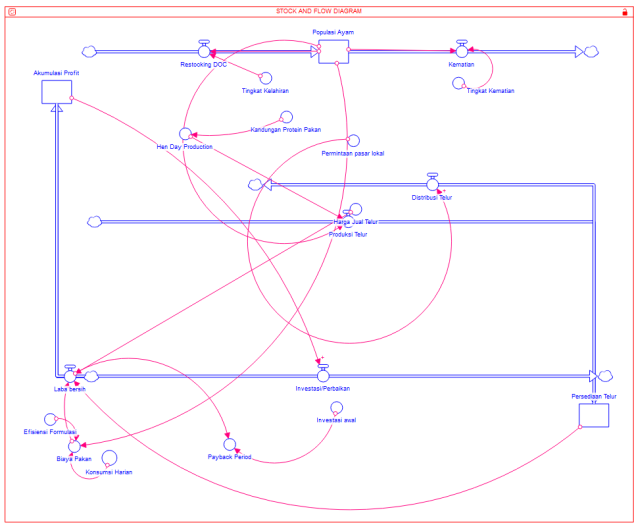


Gambar 1. *Causal Loop Diagram*

Model *Causal Loop Diagram* pada Gambar 1 menunjukkan adanya hubungan umpan balik (*feedback loop*) antara biaya pakan, produksi telur, dan profit usaha.

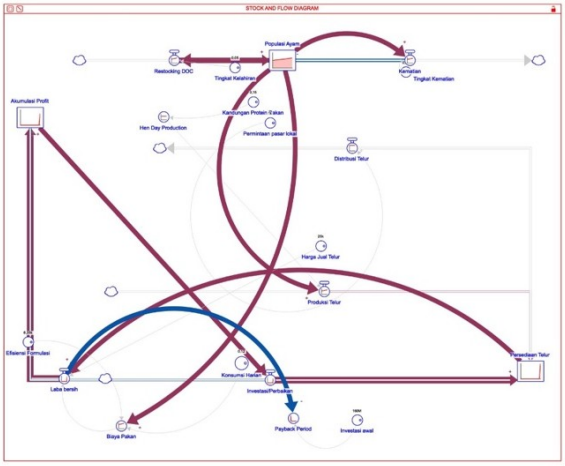
b. *Stock and Flow Diagram* (SFD)

SFD digunakan untuk menggambarkan perubahan variabel sistem secara kuantitatif dari waktu ke waktu.



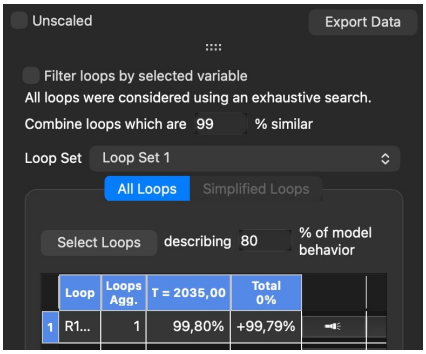
Gambar 2. *Stock and Flow Diagram*

Model SFD terdiri dari beberapa subsistem utama, yaitu subsistem populasi ayam, subsistem produksi telur, subsistem konsumsi pakan, subsistem biaya produksi, dan subsistem profit usaha (Gambar 2). Sebelum melalukan skenario, dilakukan verifikasi dan uji validitas.



Gambar 3. *Model Running Stock and Flow Diagram*

Hasil verifikasi menunjukkan bahwa seluruh komponen dalam *Stock and Flow Diagram*, seperti populasi ayam, produksi telur, biaya pakan, laba bersih, efisiensi formulasi pakan, investasi, dan persediaan telur telah terhubung dengan baik dan dapat dijalankan pada aplikasi simulasi (Gambar 3). Hubungan antarvariabel dalam model juga telah menggambarkan aliran informasi dan pengaruh yang sesuai dengan struktur sistem yang dirancang.



Gambar 4. Hasil *Verifikasi Loop Stock and Flow Diagram*

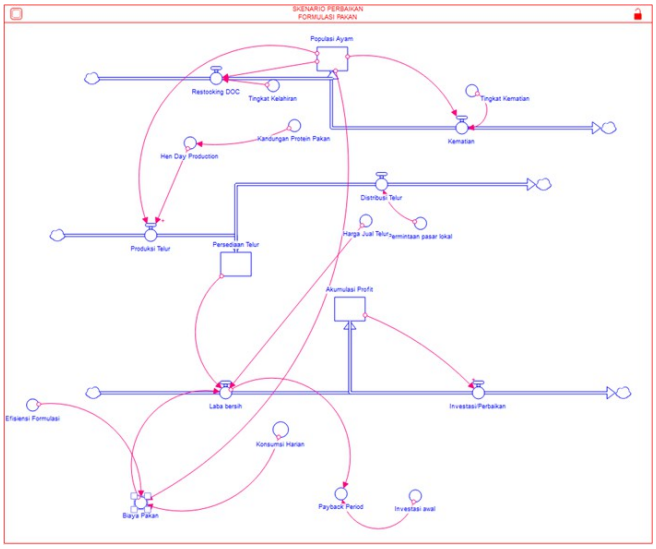
Verifikasi model melalui fitur *loop analysis* menunjukkan bahwa seluruh variabel pada SFD telah terhubung dan berfungsi sesuai dengan struktur model. Hasil analisis menghasilkan *reinforcing loop* sebesar 99,79% dan *balancing loop* sebesar -0,21%, sehingga model dinilai mampu menggambarkan perilaku sistem peternakan ayam ras petelur secara memadai (Gambar 4). Model dilanjutkan dengan uji validitas.

Tabel 2. Uji Validitas

Variabel Validasi	Rata-rata Aktual	Rata-rata Model	Stdev Aktual	Stdev Model	E1	E2
Populasi ayam	928,17	931,67	58,05	54,17	0,38%	6,69%
Produksi telur	841,50	846,00	50,10	44,46	0,53%	11,26%
Persediaan telur	2.020,83	2.016,67	559,72	540,99	0,21%	3,35%

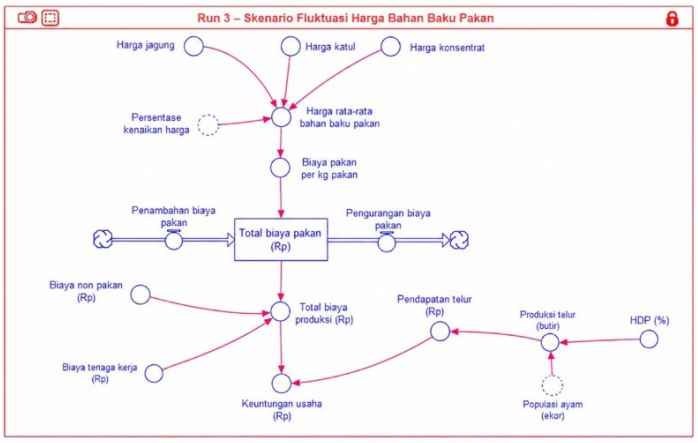
Uji validitas pada Tabel 2 menunjukkan bahwa seluruh variabel memiliki nilai E1 ≤ 5% dan E2 ≤ 30%, sehingga model dinyatakan valid dan mampu merepresentasikan kondisi aktual sistem peternakan ayam ras petelur. Berikut tiga skenario yang digunakan dari hasil uji verifikasi dan validitas.

1) Skenario Perbaikan Formulasi Pakan



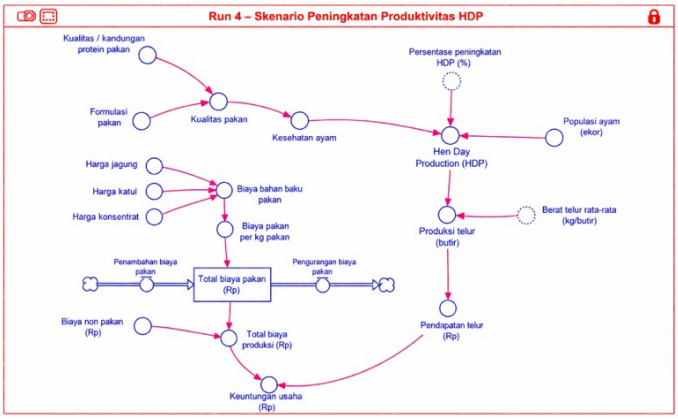
Gambar 5. *SFD Skenario Perbaikan Formulasi Pakan*

2) Skenario Fluktuasi Bahan Baku



Gambar 6. *SFD Skenario Fluktuasi Bahan Baku*

3) Skenario Peningkatan *Hen Day Production* (HDP)



Gambar 7. *SFD Skenario Hen Day Production*

c. Hasil Skenario

Skenario disusun untuk mengevaluasi pengaruh perubahan beberapa variabel kunci terhadap kinerja sistem peternakan ayam ras petelur selama periode simulasi tahun 2026 – 2035. Rentang waktu tersebut ditetapkan untuk melihat perilaku sistem dalam jangka panjang serta dampak kebijakan yang diterapkan terhadap profitabilitas dan keberlanjutan produksi telur.

1. Skenario Perbaikan Formulasi Pakan

Skenario ini dilakukan dengan meningkatkan kandungan protein pakan dari 11% menjadi 19,57% melalui penggunaan pakan mandiri. Perubahan tersebut memengaruhi nilai *Hen Day Production* yang dirumuskan sebagai:

$$HDP = 0{,}9\ x\ (\frac{Kandungan\ Protein\ Pakan}{0{,}11}) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

Peningkatan HDP kemudian akan meningkatkan produksi telur yang dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{Produksi Telur} = \text{Populasi Ayam x HDP} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

2. Skenario Fluktuasi Harga Bahan Baku Pakan

Skenario ini dilakukan dengan mengubah nilai efisiensi formulasi atau biaya pakan sesuai perubahan harga bahan baku. Dampaknya dianalisis melalui persamaan biaya pakan:

$$Biaya\ Pakan = Populasi\ Ayam \times Konsumsi\ Harian \times Efisiensi\ Formulasi \quad \ldots\ldots (5)$$

Perubahan biaya pakan selanjutnya memengaruhi laba bersih dan akumulasi profit.

3. Skenario Peningkatan *Hen Day Production* (HDP)

Skenario ini dilakukan dengan meningkatkan nilai HDP sebagai indikator produktivitas ayam petelur. Produktivitas dan pola produksi telur merupakan komponen penting dalam pemodelan performa ayam petelur [15]. Peningkatan HDP dalam model selanjutnya memengaruhi jumlah produksi telur melalui Persamaan (6):

$$\text{Produksi Telur} = \text{Populasi Ayam x HDP} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

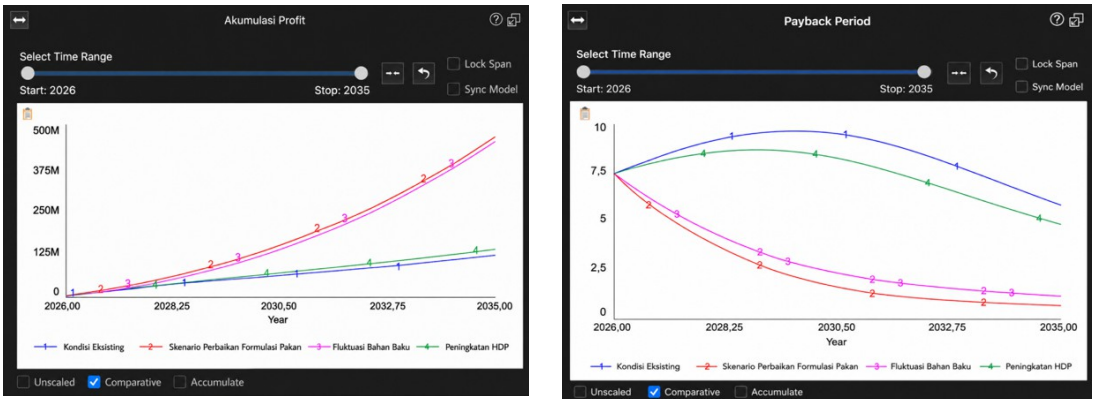
Kenaikan produksi telur akan berdampak pada peningkatan persediaan telur, laba bersih, dan akumulasi profit. Hasil dari perumusan ketiga skenario diatas terdapat pada Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 1. Rekapitulasi Perbandingan Skenario

Indikator	Tahun	Kondisi Eksisting	Perbaikan FP	Fluktuasi BB	Peningkatan HDP
Populasi Ayam (Ekor)	2026	1.000	1.000	1.000	1.000
	2035	1.309	1.309	1.309	1.309
Produksi Telur (Butir)	2026	900	940	940	920
	2035	1.178	1.23	1.23	1.204
Persediaan Telur (Butir)	2026	2.700	2.700	2.650	2.750
	2035	86.294	119.964	95.700	99.500
Akumulasi Profit (Rp)	2026	Rp 5.000.000	Rp 5.000.000	Rp 5.000.000	Rp 5.000.000
	2035	Rp 121.946.543	Rp 461.050.711	Rp 459.703.215	Rp 140.246.417
Payback Period (Tahun)	2026	7,360	7,350	7,416	7,360
	2035	5,717	1,201	1,203	4,752

Skenario perbaikan formulasi pakan memberikan hasil terbaik dibandingkan skenario lainnya. Skenario diatas mampu meningkatkan produksi telur, meningkatkan akumulasi profit, serta mempercepat *Payback Period* dibandingkan kondisi eksisting. Skenario fluktuasi bahan baku menunjukkan penurunan performa sistem akibat meningkatnya biaya produksi. Pada skenario

peningkatan HDP, produksi telur mengalami peningkatan, namun peningkatan profit belum lebih optimal dibandingkan skenario perbaikan formulasi pakan.



Gambar 8. (a) Grafik Profit; (b) *Payback Period*

Berdasarkan grafik hasil simulasi, skenario perbaikan formulasi pakan yang berwarna garis merah menunjukkan performa terbaik pada seluruh indikator yang diamati. Akumulasi profit mengalami peningkatan paling tinggi, persediaan telur mencapai jumlah terbesar, serta nilai *Payback Period* menurun lebih cepat dibandingkan skenario lainnya. Skenario perbaikan formulasi pakan memberikan kinerja terbaik dengan peningkatan akumulasi profit dari Rp 121.946.543 menjadi Rp461.050.711, peningkatan persediaan telur dari 86.294 butir menjadi 119.964 butir, serta penurunan *Payback Period* dari 5,717 tahun menjadi 1,201 tahun pada akhir periode simulasi.

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan rancangan model sistem dinamis yang dapat menggambarkan perilaku rantai pasok ayam ras petelur berdasarkan hubungan antara populasi ayam, produksi telur, kebutuhan pakan, biaya produksi, dan profit usaha. Model dikembangkan melalui *Causal Loop Diagram* (CLD) dan *Stock and Flow Diagram* (SFD) menggunakan perangkat lunak STELLA. Hasil validasi menunjukkan bahwa nilai E1 berada di bawah 5% dan E2 berada di bawah 30%, sehingga model dapat diterima dan digunakan untuk merepresentasikan kondisi aktual peternakan ayam ras petelur. Hasil simulasi menunjukkan bahwa biaya pakan merupakan komponen paling dominan dalam memengaruhi profitabilitas usaha. Pada kondisi eksisting, populasi 1.000 ekor ayam dengan HDP 90% menghasilkan sekitar 900 butir telur per hari atau setara 50 kg per hari. Dari beberapa skenario yang diuji, perbaikan formulasi pakan menjadi skenario terbaik karena mampu meningkatkan produksi telur, menambah akumulasi profit, serta mempercepat *Payback Period.* Model sistem dinamis dapat menjadi alat bantu analisis dalam merumuskan strategi pengelolaan biaya dan mendukung keberlanjutan rantai pasok ayam ras petelur untuk memperkuat ketahanan pangan.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan model dengan menambahkan variabel eksternal, seperti fluktuasi permintaan pasar, perubahan harga jual telur dan faktor kesehatan ayam. Cakupan penelitian dapat diperluas pada skala peternakan yang lebih besar atau wilayah sentra produksi lain agar hasil model lebih representatif .

DAFTAR PUSTAKA

[1] Y. Balher, A. B. H. Jan, and M. M. Karuntu, “Analisis rantai pasokan komoditas telur ayam pada peternakan ayam di Kelurahan Papakelan Kabupaten Minahasa,” *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi*, vol. 10, no. 2, pp. 175–185, 2022, doi: 10.35794/emba.v10i2.39619.

[2] A. Is, “Analisis rantai pasokan (*supply chain*) komoditas telur ayam ras petelur (*layer*),” *JAS (Jurnal Agri Sains)*, vol. 3, no. 2, pp. 1–10, 2019, doi: 10.36355/jas.v3i2.297.

[3] M. T. Pathiassana, "Analisis manajemen rantai pasok telur ayam ras petelur di PT Samawa Gemilang Perkasa-NTB," *Jurnal Agribisnis*, vol. 24, no. 1, pp. 103–112, 2022, doi: 10.31849/agr.v24i1.7170.
[4] W. K. Sejati, "Analisis kelembagaan rantai pasok telur ayam ras peternakan rakyat di Jawa Barat," *Analisis Kebijakan Pertanian*, vol. 9, no. 2, pp. 183–198, 2011, doi: 10.21082/akp.v9n2.2011.183-198.
[5] T. N. Nurjannah, S. D. Lestari, F. Y. Kusdamayanti, and A. Apriliana, "Analisis manajemen rantai pasok telur ayam ras petelur PT Global Buwana Farm dengan metode FSCN," *Jurnal Ilmiah Ekonomi dan Manajemen*, vol. 2, no. 6, pp. 346–358, 2024, doi: 10.61722/jiem.v2i6.1455.
[6] R. Haryadi, "Pemodelan sistem dinamis persediaan pakan dan obat pada peternakan ayam broiler Sukarsono Farm," undergraduate thesis, Universitas Muhammadiyah Magelang, Magelang, Indonesia, 2023.
[7] J. B. Ramadhan, G. H. Rahmawan, T. N. Rahmah, and S. F. A. Wati, "Model sistem dinamis dalam meningkatkan efisiensi rantai pasok telur ayam di Bojonegoro," *KOLONI: Jurnal Multidisiplin Ilmu*, vol. 3, no. 2, pp. 261–271, 2024, doi: 10.31004/koloni.v3i2.651.
[8] I. P. S. Atmaja, I. K. Satriawan, and I. W. G. S. Yoga, "Sistem dinamis ketersediaan daging ayam ras pedaging (*broiler*) di Provinsi Bali," *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, vol. 7, no. 2, pp. 229–242, 2019, doi: 10.24843/JRMA.2019.v07.i02.p07.
[9] H. Murnawan and F. Saves, "Improving food security in East Java Province through dynamic modeling of broiler chicken availability," *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, vol. 6, no. 13 (138), pp. 16–22, 2025, doi: 10.15587/1729-4061.2025.338751.
[10] C. Y. Wotavia and H. Murnawan, "Analisis manajemen rantai pasok pada peternakan ayam petelur ras (Studi kasus: Artomoro Farm)," *Jurnal Surya Teknika*, vol. 12, no. 1, pp. 489–497, 2025, doi: 10.37859/jst.v12i1.9428.
[11] I. Vanany, G. Hajar, N. M. C. Utami, and L. M. Jaelani, "Modelling food security for staple protein in Indonesia using system dynamics approach," *Cogent Engineering*, vol. 8, no. 1, Art. no. 2003945, 2021, doi: 10.1080/23311916.2021.2003945.
[12] D. Yuzaria, F. Fitrimawati, and M. I. Rias, "Analysis system dynamic of chicken egg production system: Case in West Sumatra Indonesia," *BIO Web of Conferences*, vol. 81, Art. no. 00030, 2023, doi: 10.1051/bioconf/20238100030.
[13] A. Saepullah, S. Febriani, and A. Y. Ramdhani, "A system dynamics approach to strengthening egg supply chain resilience in Banten," *Tekmapro: Journal of Industrial Engineering and Management*, vol. 20, no. 2, pp. 183–196, 2025, doi: 10.33005/tekmapro.v20i2.961.
[14] K. Queenan *et al*., "A food systems approach and qualitative system dynamics model to reveal policy issues within the commercial broiler chicken system in South Africa," *PLoS ONE*, vol. 17, no. 6, Art. no. e0270756, 2022, doi: 10.1371/journal.pone.0270756.
[15] M. P. Reis, N. T. Ferreira, R. M. Gous, and N. K. Sakomura, "Update and evaluation of the egg production model in laying hens," *Animal*, vol. 17, suppl. 5, Art. no. 101015, 2023, doi: 10.1016/j.animal.2023.101015.
[16] R. Afandi, B. Hartono, and I. Djunaidi, "The analysis of production costs of laying hen farms using semi self-mixing and total self-mixing feeds in Blitar Regency, East Java," *Tropical Animal Science Journal*, vol. 43, no. 1, pp. 70–76, 2020, doi: 10.5398/tasj.2020.43.1.70.