

TESIS

PEMODELAN SISTEM DINAMIK UNTUK PERANCANGAN SISTEM PENGADAAN JAGUNG PADA INDUSTRI PAKAN TERNAK UNGGAS DI KABUPATEN BELU

Valentina Novita Bere



TEKNIK INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Pemodelan Sistem Dinamik untuk Perancangan Sistem Pengadaan Jagung pada Industri Pakan Ternak Unggas di Kabupaten Belu” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Valentina Novita Bere
F3501241002



RINGKASAN

VALENTINA NOVITA BERE. Pemodelan Sistem Dinamik untuk Perancangan Sistem Pengadaan Jagung pada Industri Pakan Ternak Unggas di Kabupaten Belu. Dibimbing oleh ELISA ANGGRAENI dan TITI CANDRA SUNARTI.

Pengembangan industri pakan ternak unggas di Kabupaten Belu memainkan peran yang strategis dalam mendukung ketahanan pangan nasional sekaligus memperkuat perekonomian di wilayah perbatasan Indonesia dan Timor Leste. Industri pakan berkapasitas 500 kg/jam di Kecamatan Tasifeto Timur adalah langkah awal yang menjanjikan karena prospek pasar domestik dan peluang ekspor yang terus meningkat. Ketersediaan jagung sebagai bahan baku utama yang menyumbang hingga 60 persen dari total formulasi pakan merupakan salah satu faktor penunjang keberhasilan operasional industri. Produksi jagung di Kabupaten Belu yang berlimpah merupakan salah satu faktor penunjang utama dalam pengembangan industri, namun karakteristik alam berupa pola tanam yang bersifat musiman menciptakan dinamika tersendiri dalam rantai pasok jagung. Kesenjangan antara musim panen yang terbagi menjadi dua musim tanam dan permintaan pasokan yang bersifat berkelanjutan dari industri tersebut mengharuskan adanya perancangan sistem pengadaan yang komprehensif. Kondisi eksisting industri menunjukkan keterbatasan kapasitas fasilitas penyimpanan dan kebutuhan untuk menjaga standar kualitas jagung sesuai dengan SNI merupakan parameter penting yang harus dipertimbangkan dalam menyusun strategi pengelolaan bahan baku.

Dalam upaya menyelesaikan kompleksitas tersebut, penelitian ini bertujuan memahami perilaku sistem hingga merancang model strategis pengadaan jagung yang optimal melalui pendekatan Pemodelan Sistem Dinamik. Pendekatan ini dipilih karena dapat memetakan interaksi holistik antarvariabel, mencakup aspek ketersediaan lokal, manajemen inventori, hingga akumulasi biaya dalam suatu kerangka waktu yang dinamis. Model dikonseptualisasikan menggunakan *Causal Loop Diagram* (CLD) dan diformulasikan ke dalam *Stock and Flow Diagram* (SFD) dengan bantuan perangkat lunak Vensim PLE. Pembangunan model didasarkan pada sintesis data primer dari berbagai pemangku kepentingan dan data sekunder dari instansi terkait. Proses verifikasi dan validasi model dilakukan menggunakan beberapa metode dalam upaya mendapatkan hasil pemodelan yang dapat merepresentasikan kondisi nyata. Validasi perilaku menggunakan metrik *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) pada data historis luas lahan dan produksi jagung menunjukkan nilai di bawah 10 persen, yang mengindikasikan tingkat akurasi yang tinggi. Sementara itu, validasi struktur yang dilakukan secara langsung dengan pakar dan praktisi memastikan bahwa logika sistem yang dibangun secara akurat menunjukkan kondisi empiris di lapangan.

Evaluasi strategi pengadaan dilakukan melalui simulasi dalam periode 36 bulan dengan merancang tiga skenario kebijakan yang berfokus pada efisiensi biaya dan keberlanjutan pasokan jagung ke industri. Skenario dasar memodelkan kondisi eksisting dengan melibatkan petani dan distributor lokal mengikuti fluktuasi harga pasar. Skenario pertama mengintegrasikan intervensi kebijakan pemerintah melalui penetapan Harga Pembelian Pemerintah (HPP) yang stabil, serta memberdayakan kelembagaan lokal seperti BUMDes atau Koperasi Merah Putih sebagai lembaga

penyangga (*buffer stock*). Skenario kedua mengeksplorasi strategi pengadaan massal langsung dari petani pada masa panen untuk memperoleh harga yang paling kompetitif. Hasil simulasi menunjukkan bahwa integrasi kebijakan pada skenario kedua menghasilkan kinerja sistem yang paling optimal. Skenario ini berhasil menstabilkan total biaya pengadaan jagung menjadi Rp25,74 miliar, yang merepresentasikan efisiensi signifikan dibandingkan dengan skenario lainnya.

Keunggulan utama dari skenario berbasis intervensi kebijakan dan kelembagaan lokal ini terletak pada kemampuannya menciptakan kepastian dan keseimbangan sistemik. Stabilisasi harga melalui HPP memberikan kepastian pendapatan bagi petani sekaligus memungkinkan industri melakukan perencanaan finansial yang lebih terukur. Peran BUMDes sebagai *buffer stock* secara efektif menjembatani kesenjangan antara masa panen raya dan masa paceklik, sehingga menjamin kelancaran aliran material ke industri tanpa memicu akumulasi stok berlebih (*overstock*) yang dapat menurunkan kualitas bahan baku. Kesetimbangan antara kepastian harga, manajemen kapasitas gudang yang adaptif, dan penguatan institusi lokal terbukti menjadi formula yang ampuh dalam memitigasi volatilitas pasokan jagung pada industri pakan ternak unggas di Kabupaten Belu.

Sebagai kesimpulan, penelitian ini merekomendasikan model kemitraan strategis yang melibatkan industri, pemerintah daerah, dan kelembagaan lokal sebagai *strategic blueprint* bagi manajemen industri. Penerapan sistem pengadaan yang terintegrasi ini tidak hanya berorientasi pada efisiensi biaya operasional dan jaminan keberlangsungan produksi industri, tetapi juga memberikan dampak multiplier berupa peningkatan kesejahteraan petani mitra dan penguatan ketahanan pangan di wilayah perbatasan. Model sistem dinamik yang telah dibangun dan divalidasi ini diharapkan dapat menjadi landasan pengambilan keputusan yang adaptif bagi para pemangku kepentingan dalam menghadapi dinamika rantai pasok agroindustri di masa mendatang.

Kata kunci : industri pakan unggas, Kabupaten Belu, pasokan musiman, pengadaan jagung, sistem dinamik

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



SUMMARY

VALENTINA NOVITA BERE. Dynamic System Modeling for the Design of Corn Procurement Systems in the Poultry Feed Industry in Belu Regency. Supervised by ELISA ANGGRAENI and TITI CANDRA SUNARTI.

The development of the poultry feed industry in Belu Regency plays a strategic role in supporting national food security while strengthening the economy in the border region between Indonesia and Timor-Leste. The feed plant with a capacity of 500 kg/hour in East Tasifeto District is a promising first step, given the steadily growing domestic market prospects and export opportunities. The availability of corn as the primary raw material, contributing up to 60 percent of the total feed formulation, is one of the factors supporting the industry's operational success. Abundant corn production in Belu Regency is a key enabler for the industry's development; the seasonal nature of cropping patterns, as determined by local conditions, creates unique dynamics within the corn supply chain. The gap between the harvest season, which is divided into two planting seasons, and the industry's continuous demand for supply necessitates the design of a comprehensive procurement system. The industry's current condition shows limitations in storage facility capacity, and the need to maintain corn quality standards in accordance with SNI (Indonesian National Standards) are important parameters that must be considered when formulating a raw material management strategy.

In an effort to address these complexities, this study aims to understand the system's behavior and design an optimal strategic model for corn procurement using a Dynamic Systems Modeling approach. This approach was chosen because it can map holistic interactions among variables, covering aspects ranging from local availability and inventory management to cost accumulation within a dynamic timeframe. The model was conceptualized using a Causal Loop Diagram (CLD) and formulated into a Stock and Flow Diagram (SFD) using Vensim PLE software. Model development was based on a synthesis of primary data from various stakeholders and secondary data from relevant agencies. The model verification and validation process was conducted using several methods to ensure that the modeling results accurately represent real-world conditions. Behavioral validation using the Mean Absolute Percentage Error (MAPE) metric on historical data regarding land area and corn production showed values below 10 percent, indicating a high level of accuracy. Furthermore, structural validation conducted directly with experts and practitioners ensured that the logic of the system accurately reflects empirical conditions in the field.

The procurement strategy was evaluated through a 36-month simulation by designing three policy scenarios focused on cost efficiency and the sustainability of corn supply to the industry. The base scenario modeled existing conditions, with local farmers and distributors affected by market price fluctuations. The first scenario integrates government policy interventions through the setting of a stable Government Purchase Price (HPP), as well as empowering local institutions such as BUMDes or the Koperasi Merah Putih as buffer stock facilities. The second scenario explores a strategy of direct mass procurement from farmers during the

harvest season to secure the most favourable prices. The simulation results show that the policy integration in the second scenario yields the most optimal system performance. This scenario successfully stabilizes the total cost of corn procurement at Rp25.74 billion, representing significant efficiency compared to the other scenarios.

The main advantage of this scenario, based on local policy and institutional interventions, lies in its ability to create certainty and systemic balance. Price stabilization through the HPP provides income certainty for farmers while enabling the industry to engage in more predictable financial planning. The role of BUMDes/ Koperasi Merah Putih as a buffer stock effectively bridges the gap between the harvest season and lean periods, thereby ensuring a stable flow of materials to the industry without triggering the accumulation of excess stock (overstock) that could degrade the quality of raw materials. The balance between price certainty, adaptive warehouse capacity management, and the strengthening of local institutions has proven to be a powerful formula for mitigating corn supply volatility in the poultry feed industry in Belu Regency.

In conclusion, this study recommends a strategic partnership model involving industry, local government, and local institutions as a strategic blueprint for industry management. The implementation of this integrated procurement system is not only aimed at achieving operational cost efficiency and ensuring the continuity of industrial production, but also generates a multiplier effect in the form of improved welfare for partner farmers and strengthened food security in border regions. This dynamic system model, which has been developed and validated, is expected to serve as a foundation for adaptive decision-making by stakeholders in addressing the dynamics of the agro-industrial supply chain in the future.

Keywords: Belu Regency, poultry feed industry, corn procurement, seasonal supply, dynamic system



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PEMODELAN SISTEM DINAMIK UNTUK PERANCANGAN SISTEM PENGADAAN JAGUNG PADA INDUSTRI PAKAN TERNAK UNGGAS DI KABUPATEN BELU

VALENTINA NOVITA BERE

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Teknik pada
Program Studi Teknik Industri Pertanian

**TEKNIK INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

IPB University
— Bogor Indonesia —

Perpustakaan IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji pada Ujian Tesis:

1. Prof. Dr. Ir. Marimin, M.Sc



Judul Tesis : Pemodelan Sistem Dinamik untuk Perancangan Sistem Pengadaan Jagung pada Industri Pakan Ternak Unggas di Kabupaten Belu
Nama : Valentina Novita Bere
NIM : F3501241002

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Ir. Elisa Anggraeni, S.T.P, M.Sc., IPM

Pembimbing 2:

Prof. Dr. Ir. Titi Candra Sunarti, M.Si, IPM

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Prof. Dr.-Ing. Ir. Suprihatin

NIP. 196312211990031002

Dekan Fakultas Teknik dan Teknologi:

Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M.Agr.

NIP. 196105021986031002

Tanggal Ujian: 07 Juli 2026

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus karena atas berkat, rahmat, serta bimbingan-Nya penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah ini dengan baik. Penyusunan karya ilmiah yang berjudul "Pemodelan Sistem Dinamik untuk Perencanaan Pengadaan Jagung pada Industri Pakan Ternak Unggas di Kabupaten Belu" ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar magister pada program pascasarjana Teknik Industri Pertanian.

Dalam penyelesaian karya ilmiah ini penulis menyadari bahwa penulisan ini tidak akan terwujud tanpa dukungan, bimbingan, bantuan, serta doa dari berbagai pihak. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Dr. Ir. Elisa Anggraeni, S.T.P, M.Sc, IPM selaku dosen pembimbing utama dan Prof. Dr. Ir. Titi Candra Sunarti, M.Si, IPM selaku dosen pembimbing pendamping, yang telah dengan sabar meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing, mengarahkan, serta memberikan masukan yang sangat berharga sejak perencanaan hingga penyelesaian karya ilmiah ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua tercinta serta seluruh keluarga yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, motivasi, serta dukungan moril maupun materiil yang tak pernah putus selama masa studi penulis.

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) sebagai penyedia dana pendidikan bagi penulis, yang telah memberikan kesempatan dan dukungan finansial sehingga penulis dapat menyelesaikan studi pascasarjana dengan baik.

Selanjutnya, penulis mengucapkan terima kasih kepada Dinas Perdagangan dan Perindustrian Kabupaten Belu serta Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kabupaten Belu, Kantor Bea dan Cukai Atambua serta para petani jagung dan distributor jagung yang memberikan izin dan telah bersedia sebagai narasumber dalam penelitian ini serta menyediakan data yang diperlukan. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada seluruh dosen, staf, dan teman-teman mahasiswa di program pascasarjana Teknik Industri Pertanian Angkatan 2024 yang telah membantu selama m

asa studi hingga proses penyusunan karya ilmiah ini selesai.

Penulis menyadari bahwa karya ilmiah ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, dengan hati terbuka penulis sangat membutuhkan segala saran dan kritik yang membangun untuk perbaikan ke depan. Akhir kata, semoga karya ilmiah ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang pemodelan sistem dinamik dan perancangan pengadaan jagung untuk industri pakan ternak unggas di Kabupaten Belu.

Bogor, Juli 2026

Valentina Novita Bere



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR ISTILAH.....	xviii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Penelitian	3
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Industri Pakan Ternak Unggas di Indonesia	5
2.2 Jagung Sebagai Bahan Baku Utama Pakan Ternak	6
2.3 Manajemen Persediaan Bahan Baku	7
2.4 Pemodelan Sistem Dinamik	8
2.4.1 Tahapan Pemodelan Sistem Dinamik	9
2.4.2 Struktur dan Perilaku Sistem Dinamik	10
2.5 Verifikasi dan Validasi Model	11
2.5.1 Validasi Data	12
2.5.2 Validasi Konseptual	12
2.5.3 Verifikasi Komputer	13
2.5.4 Validasi Operasional	13
III METODOLOGI	14
3.1 Kerangka Pemikiran	14
3.2 Waktu Penelitian dan Lokasi Penelitian	15
3.3 Jenis dan Sumber Data	15
3.4 Metode Pengumpulan Data	17
3.5 Tahapan Penelitian	18
3.5.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah	19
3.5.2 Identifikasi Sistem Pengadaan Jagung di Industri Pakan Ternak	20
3.5.3 Konseptualisasi dan Formulasi Model Sistem Pengadaan Jagung	20
3.5.4 Verifikasi dan Validasi Model Dasar	20
3.5.5 Evaluasi Hasil Simulasi Skenario Pengadaan Jagung	21
3.6 Metode Pengolahan dan Analisis Data	21
3.7 Asumsi dan Keterbatasan Penelitian	22
3.7.1 Asumsi Penelitian	22

3.7.2	Keterbatasan Penelitian	23
IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1	Profil Kabupaten Belu	24
4.2	Gambaran Umum Industri Pakan Ternak Unggas di Kabupaten Belu	27
4.3	Analisis Permasalahan <i>Stakeholder</i> pada Sistem Pengadaan Jagung	28
4.4	Analisis Batasan Sistem dan Identifikasi Variabel Kunci	31
4.4.1	Sub-Model Ketersediaan Jagung Lokal	32
4.4.2	Sub-Model Penyimpanan Jagung	34
4.4.3	Sub-Model Biaya Pengadaan Jagung	35
4.5	Konseptualisasi Model Sistem Pengadaan Jagung Pada Industri Pakan Ternak Unggas di Kabupaten Belu	36
4.5.1	CLD Sub-Model Ketersediaan Jagung Lokal	37
4.5.2	CLD Sub-Model Penyimpanan Jagung	38
4.5.3	CLD Sub-Model Biaya Pengadaan Jagung	38
4.6	Formulasi Model Sistem Pengadaan Jagung pada Industri Pakan Ternak di Kabupaten Belu	39
4.6.1	SFD Sistem Pengadaan jagung	39
4.7	Pengujian Model	41
4.7.1	Validasi Konseptual	41
4.7.2	Verifikasi Model Komputer	42
4.7.3	Validasi Operasional	43
4.7.4	Analisis Sensitivitas Model	43
4.8	Simulasi Model	44
4.8.1	Simulasi Model Dasar	45
4.8.2	Simulasi Skenario 1	46
4.8.3	Skenario 2	46
4.9	Evaluasi Hasil Simulasi Pemodelan Sistem Pengadaan jagung	47
4.10	Implikasi Manajerial	51
V	SIMPULAN DAN SARAN	52
5.1	Kesimpulan	52
5.2	Saran	52
	DAFTAR PUSTAKA	54
	LAMPIRAN	57
	RIWAYAT HIDUP	73



DAFTAR TABEL

1	SNI jagung sebagai pakan ternak	7
2	Jenis dan sumber data penelitian	16
3	Metode pengolahan dan analisis data	21
4	Data ekspor pakan ternak ke Timor Leste Tahun 2024	24
5	Populasi unggas menurut kabupaten/kota dan jenis unggas di Provinsi	25
6	Data produksi jagung per kecamatan di Kabupaten Belu 2024	26
7	Formulasi pakan ternak unggas	26
8	Profil industri pakan ternak di Kabupaten Belu	28
9	Analisis stakeholders pain point	29
10	Variabel kunci sub-model ketersediaan jagung lokal	32
11	Variabel kunci sub-model penyimpanan jagung	34
12	Variabel kunci sub-model biaya pengadaan jagung	36
13	Hasil perhitungan MAPE	43
14	Hasil uji sensitivitas	43
15	Skenario simulasi model	44
16	Analisis penerapan skenario berdasarkan indikator sistem	47

DAFTAR GAMBAR

1	Jumlah produksi pakan ternak di Indonesia	5
2	Siklus tahapan pemodelan sistem dinamik	9
3	Perilaku sistem exponential growth	10
4	Perilaku sistem goal seeking	10
5	Perilaku sistem osilasi	11
6	Perilaku sistem s-shaped growth	11
7	Kerangka pemikiran penelitian	14
8	Diagram alir tahapan penelitian	18
9	Rantai Pasok Jagung di Kabupaten Belu	28
10	Diagram input and output sistem pengadaan jagung	31
11	CLD Ketersediaan Jagung Lokal	37
12	CLD Sub-model penyimpanan jagung	38
13	CLD Sub-model biaya pengadaan jagung	39
14	SFD sistem pengadaan jagung pada industri pakan ternak unggas di Kabupaten Belu	40
15	Hasil validasi konseptual model	41
16	Hasil verifikasi model komputer	42
17	Hasil verifikasi unit model	42
18	Hasil simulasi model dasar a) Ketersediaan jagung Lokal, b) Volume	45
19	Hasil simulasi skenario 1 a) Ketersediaan jagung lokal b) Biaya	46
20	Hasil simulasi skenario 2 a) Biaya pengadaan jagung b) Volume	47
21	Perbandingan total biaya pengadaan jagung antar skenario	48



DAFTAR GAMBAR LANJUTAN

22	Model skenario 1 sistem pengadaan jagung pada industri pakan ternak di Kabupaten Belu	50
----	---	----

DAFTAR LAMPIRAN

1	Formulasi Sub-Model Pengadaan Jagung Lokal	57
2	Formulasi Sub-Model Penyimpanan	61
3	Formulasi Sub-Model Biaya Pengadaan	64
4	Data Perhitungan permintaan pakan ternak	65
5	Analisis kebutuhan jagug di industri	66
6	Data Produksi Jagung Lokal 5 Tahun Terakhir	66
7	Hasil simulasi perubahan 10% untuk analisis sensitivitas sistem	66
8	Hasil Simulasi Biaya Total Pengadaan Jagung	67
9	Hasil <i>Face Validation</i>	69



DAFTAR ISTILAH

Aflatoxin	: Senyawa toksik yang dihasilkan oleh jamur <i>Aspergillus flavus</i> dan <i>Aspergillus parasiticus</i> yang dapat mencemari jagung selama penyimpanan. Dalam konteks pakan ternak, kadar aflatoxin menjadi parameter kritis kualitas jagung sesuai SNI 8926:2020, dengan batas maksimum 100 µg/kg untuk kategori Medium II.
Balancing Loop (B)	: Struktur umpan balik negatif dalam sistem dinamik yang berfungsi menstabilkan sistem dengan melakukan koreksi terhadap penyimpangan dari kondisi yang diinginkan. Pada sub-model ketersediaan jagung lokal, <i>balancing loop</i> berperan menyeimbangkan fluktuasi produksi akibat perubahan luas lahan dan musim tanam.
Buffer Stock	: Persediaan penyangga (<i>buffer</i>) yang berfungsi menyerap fluktuasi antara pasokan dan permintaan. Dalam konteks penelitian ini, BUMDes/Koperasi Merah Putih berperan sebagai <i>buffer stock</i> yang menyerap hasil panen petani dan menjamin suplai jagung kontinu ke industri sepanjang tahun.
BUMDes (Badan Usaha Milik Desa)	: Badan usaha yang didirikan oleh pemerintah desa untuk mengelola sumber daya ekonomi lokal. Dalam skenario intervensi kebijakan, BUMDes/Koperasi Merah Putih berfungsi sebagai lembaga penyangga yang menjembatani petani dengan industri pakan ternak.
Causal Loop Diagram (CLD)	: Diagram konseptual dalam pemodelan sistem dinamik yang menggambarkan hubungan sebab-akibat antar variabel dalam suatu sistem. CLD menggunakan notasi <i>Reinforcing Loop</i> (R) dan <i>Balancing Loop</i> (B) untuk memetakan dinamika umpan balik dalam sistem.
DDGS (Distiller Dried Grain with Solubles)	: Produk sampingan dari proses produksi bioetanol yang digunakan sebagai bahan baku pakan ternak alternatif. DDGS berfungsi sebagai sumber energi dan protein tambahan dalam formulasi pakan unggas.



Economic Order Quantity (EOQ)	: Metode perhitungan kuantitas pemesanan bahan baku yang optimal untuk meminimalkan total biaya persediaan, meliputi biaya pemesanan dan biaya penyimpanan. Metode ini bersifat statis dan tidak mempertimbangkan dinamika musiman serta degradasi kualitas selama penyimpanan.
Face Validation	: Metode validasi struktur model yang melibatkan tinjauan langsung oleh pakar ahli, praktisi industri, dan pemangku kepentingan untuk mengevaluasi apakah struktur model, asumsi, dan batasan sistem telah mencerminkan pengetahuan empiris secara memadai.
HPP (Harga Pembelian Pemerintah)	: Kebijakan harga yang ditetapkan oleh pemerintah untuk menstabilkan harga komoditas pertanian di tingkat petani. Dalam penelitian ini, HPP jagung ditetapkan sebesar Rp5.500/kg berdasarkan regulasi Badan Pangan Nasional.
Kadar Air	: Persentase kandungan air dalam jagung yang menjadi parameter kritis kualitas bahan baku pakan ternak. Kadar air di atas 14% dapat memicu pertumbuhan jamur dan aflatoksin. Standar SNI menetapkan kadar air maksimum 14% untuk kategori Premium dan Medium I, serta 16% untuk Medium II.
Lead Time	: Waktu tunggu antara pemesanan bahan baku hingga bahan baku tersebut tersedia di gudang industri. Dalam penelitian ini, <i>lead time</i> pengadaan jagung diasumsikan selama 7 hari.
Mean Absolute Percentage Error (MAPE)	: Metrik kuantitatif yang digunakan untuk mengukur tingkat akurasi perilaku model dengan membandingkan hasil simulasi terhadap data historis. Nilai MAPE di bawah 10% mengindikasikan model cukup akurat dalam merepresentasikan kondisi riil.
Osilasi	: Perilaku sistem dinamik yang terjadi ketika umpan balik negatif dikombinasikan dengan keterlambatan waktu (<i>time delay</i>) yang signifikan, menyebabkan sistem mengalami koreksi berlebihan (<i>overshoot</i>) secara berulang.
Overstock	: Kondisi di mana volume stok bahan baku melebihi kapasitas gudang yang tersedia, sehingga memerlukan biaya tambahan untuk sewa gudang atau penyimpanan alternatif. <i>Overstock</i> juga meningkatkan risiko



degradasi kualitas bahan baku akibat durasi penyimpanan yang terlalu lama.

Pain Point	: Titik permasalahan atau kendala yang dihadapi oleh pemangku kepentingan (<i>stakeholder</i>) dalam suatu sistem. Analisis <i>pain point</i> digunakan untuk mengidentifikasi variabel kunci yang perlu dimodelkan dalam sistem dinamik.
Reinforcing Loop (R)	: Struktur umpan balik positif dalam sistem dinamik yang memperkuat atau memperbesar perubahan awal dalam sistem. Pada sub-model penyimpanan, <i>reinforcing loop</i> memperkuat akumulasi stok jagung di gudang yang apabila tidak dikendalikan dapat menyebabkan <i>overstock</i> atau <i>stockout</i> .
Reorder Point (ROP)	: Titik pemesanan ulang bahan baku yang ditetapkan untuk menghindari kekurangan stok. ROP dihitung berdasarkan rata-rata permintaan, <i>lead time</i> , dan <i>safety stock</i> dengan tingkat layanan (<i>service level</i>) tertentu.
Safety Stock	: Persediaan cadangan yang harus tersedia di gudang industri untuk menjaga ketidakpastian selama <i>lead time</i> . <i>Safety stock</i> dihitung berdasarkan standar deviasi permintaan dan tingkat layanan yang diinginkan.
Stock and Flow Diagram (SFD)	: Diagram formulasi dalam pemodelan sistem dinamik yang menggambarkan struktur fisik dan aliran material dalam sistem. SFD terdiri dari variabel tingkat (<i>stock</i>), laju alir (<i>rate</i>), variabel pembantu (<i>auxiliaries</i>), dan konstanta.
Stockout	: Kondisi di mana stok bahan baku di gudang industri habis atau tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan produksi, sehingga mengakibatkan terhambatnya proses produksi.
Stakeholder	: Pihak-pihak yang memiliki kepentingan dan peran dalam sistem pengadaan jagung, meliputi petani, distributor, industri pakan ternak, pemerintah daerah, dan kelembagaan lokal (BUMDes/Koperasi).
Time Delay	: Keterlambatan waktu dalam sistem dinamik yang menyebabkan respons sistem terhadap perubahan tidak terjadi secara instan. Dalam sistem pengadaan jagung, <i>time delay</i> terjadi pada waktu pengadaan dan masa tanam jagung.



- Validasi Perilaku : Proses pengujian model dengan membandingkan hasil simulasi terhadap data historis sistem nyata untuk memastikan bahwa model dapat meniru pola perilaku dinamis yang dominan, seperti tren pertumbuhan, osilasi, atau pergeseran fase.
- Validasi Struktur : Proses pengujian model untuk memastikan keabsahan hubungan kausal, formulasi persamaan, dan konsistensi logis mekanisme umpan balik yang membentuk dinamika sistem. Metode utama yang digunakan adalah *face validation* oleh pakar ahli.
- Verifikasi Model : Proses pengecekan model untuk memastikan bahwa model telah dibangun secara teknis dan komputasional dengan benar, tanpa kesalahan struktur maupun satuan (*unit error*). Verifikasi dilakukan menggunakan perangkat lunak Vensim PLE.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.