



TESIS - TI185401

# MODEL SIMULASI DINAMIS UNTUK MENINGKATKAN KETERSEDIAAN TELUR DAN DAGING AYAM DI JAWA TIMUR

GRANITA HAJAR  
02411750032004

Dosen Pembimbing  
Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D

Departemen Teknik Sistem dan Industri  
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
2020





**TESIS - TI185401**

**MODEL SIMULASI DINAMIS UNTUK MENINGKATKAN  
KETERSEDIAAN TELUR DAN DAGING AYAM DI JAWA  
TIMUR**

**GRANITA HAJAR  
02411750032004**

**Dosen Pembimbing  
Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D**

**Departemen Teknik Sistem dan Industri  
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
2020**





**THESIS - TI185401**

**SYSTEM DYNAMICS MODEL TO IMPROVE  
AVAILABILITY OF EGGS AND CHICKEN MEAT IN  
EAST JAVA**

**GRANITA HAJAR  
02411750032004**

**Supervisor  
Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D**

**Department of Systems and Industrial Engineering  
Faculty of Industrial Technology and Systems Engineering  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
2020**





# LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
**Magister Teknik (MT)**

di

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh:

**GRANITA HAJAR**

**NRP: 02411750032004**

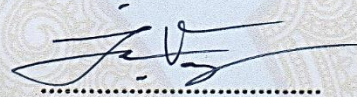
Tanggal Ujian: 17 Januari 2020

Periode Wisuda: Maret 2020

Disetujui oleh:

**Pembimbing:**

1. Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D  
NIP: 197109271999031002



.....

**Penguji:**

1. Prof. Ir. Suparno, M.S.I.E., Ph.D  
NIP: 194807101976031002
2. Prof. Ir. Moses L. Singgih, M.Sc., Ph.D  
NIP: 195908171987031002



.....



.....











## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Granita Hajar

NRP : 02411750032004

Program Studi : Magister Teknik Sistem dan Industri - ITS

Menyatakan bahwa tesis dengan judul

**“MODEL SIMULASI DINAMIS UNTUK MENINGKATKAN  
KETERSEDIAAN TELUR DAN DAGING AYAM DI JAWA TIMUR”**

adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Januari 2020

Yang membuat pernyataan



Granita Hajar

02411750032004



*Halaman ini sengaja dikosongkan*



# **MODEL SIMULASI DINAMIS UNTUK MENINGKATKAN KETERSEDIAAN TELUR DAN DAGING AYAM DI JAWA TIMUR**

Nama mahasiswa : Granita Hajar  
NRP : 02411750032004  
Pembimbing : Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D

## **ABSTRAK**

Ketahanan pangan tidak hanya identik dengan makanan pokok, seperti beras, gandum, sereal, dll. Telur dan daging ayam juga merupakan komoditas makanan pokok yang harus dijaga ketersediaannya karena merupakan salah satu sumber protein yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Provinsi Jawa Timur merupakan produsen telur ayam terbesar di Indonesia dengan kontribusi 28% pada tahun 2018. Sebagai produsen telur ayam terbesar, Jawa Timur memiliki peranan penting dalam ketersediaan telur ayam di beberapa provinsi seperti Jakarta, Jawa Tengah, Maluku, Banten, Kalimantan Tengah, dll. Selain menjadi produsen telur ayam terbesar, Provinsi Jawa Timur juga menjadi produsen daging ayam terbesar ketiga dengan kontribusi nasional sebesar 13%. Ketersediaan telur dan daging ayam dipengaruhi oleh ketersediaan jagung, yang merupakan bahan baku utama pakan ayam. Jawa Timur juga berkontribusi besar terhadap ketersediaan jagung di Indonesia dengan kontribusi sebesar 31% dari total produksi jagung nasional. Semakin banyak permintaan telur dan daging ayam semakin banyak pula jagung yang dibutuhkan. Namun, penurunan jumlah lahan jagung akibat reduksi lahan pada setiap tahunnya mengakibatkan penurunan jumlah produksi jagung. Sehingga untuk memenuhi kebutuhan industri pakan ternak harus mengandalkan impor, baik dari luar provinsi Jawa Timur maupun dari luar negeri. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan simulasi sistem dinamik (SD) ketahanan pangan untuk dapat memperkirakan kebutuhan jagung dan ketersediaan telur dan daging ayam di masa depan. Penelitian ini mengusulkan 4 Skenario perbaikan: modifikasi persentase produksi pakan ayam (skenario 1) menghasilkan tambahan produksi telur dan daging ayam sebesar 76,031.39 ton dan 54,704.62 ton per tahunnya; Penambahan kapasitas industri pakan ayam (skenario 2) menghasilkan tambahan produksi telur dan daging ayam sebesar 138,977.88 ton dan 198,984.18 ton; menggunakan lahan tidak terpakai (skenario 3) menghasilkan tambahan produksi rata-rata sebesar 148,562.89 ton dan menurunkan angka impor hingga 15%; dan meningkatkan produktivitas jagung dengan melakukan sistem tanam rapat (skenario 4) menghasilkan tambahan produksi jagung rata-rata sebesar 491,553.50 ton per tahunnya dan menurunkan impor hingga 96%.

Kata kunci: *Demand* ayam, *Demand* jagung, Ketahanan pangan, Sistem Dinamik (SD)

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# **SYSTEM DYNAMIC MODEL TO IMPROVE AVAILABILITY OF EGGS AND CHICKEN MEAT IN EAST JAVA**

By : Granita Hajar  
Student Identity Number : 02411750032004  
Supervisor : Prof. Iwan Vanany, S.T., M.T., Ph.D

## **ABSTRACT**

Food security not just identical to the main food, like rice, wheat, cereals, etc. Chicken meat and eggs are also the main food commodities that must be maintained, because chicken meat and eggs are also a source of protein that is consumed by people. East Java is the largest chicken egg producer in Indonesia with a contribution of 28% in 2018. As the largest chicken egg producer in Indonesia, East Java plays an important role in the availability of chicken eggs in several provinces such as Jakarta, Central Java, Maluku, Banten, Central Kalimantan, etc. Besides being the largest egg producer, East Java Province is also the third-largest chicken meat producer with a national contribution of 13%. The availability of chicken meat and eggs are also influenced by the availability of corn, because corn is the main raw material for chicken feed. East Java itself also contributed greatly to the supply of corn in Indonesia with a contribution of 31% of the national total corn production. The more demand for chicken meat and eggs, the more corn is needed. However, a decrease in the amount of corn land due to land reduction each year also causes a decrease in the amount of corn production. To meet the demand for feed mills, feed mills have to import corn from outside East Java or from abroad. The purpose of this study is to develop a dynamic system simulation (SD) of food security to be able to estimate the need of corn and the availability of chicken meat and eggs in the future. This study propose 4 Improvement scenarios: modification chicken feed production percentage (scenario 1) resulting increase of chicken meat and eggs production by 76,031.39 tons and 54,704.62 tons each year; increase of chicken feed industry capacity (scenario 2) resulting increase of chicken meat and eggs by 138,977.88 tons and 198,984.18 tons; use the unused land (scenario 3) resulting increase the average production by 148,562.89 tons and decrease the number of import up to 15%; and increase the corn productivity by conducting a tight planting system (scenario 4) resulting increase the average of corn production by 491,553.50 tons each year and decrease the number of import up to 96%.

Key words: Chicken demand, Corn demand, Food security, System Dynamic (SD)

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## **KATA PENGANTAR**

Segala puji syukur dan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tesis ini dengan baik. Tesis ini disusun agar dapat memenuhi salah satu persyaratan akademik untuk menempuh gelar Magister Teknik Strata Dua dan diharapkan dengan Tesis ini dapat menambah wawasan pengetahuan dan pengalaman untuk dapat mengaplikasikan teori-teori yang telah diperoleh di dunia pendidikan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Penulis Tesis berterima kasih atas segala bantuan dan bimbingan serta dukungan yang diperoleh dalam menyusun Tesis ini. Ucapan terima kasih ditujukan kepada:

1. Kepada kedua orang tua serta mas yang telah memberi dukungan dan doanya yang tak pernah berhenti sehingga Tesis ini dapat diselesaikan dengan baik;
2. Bapak Prof. Iwan Vanany, ST., MT., Ph.D selaku Dosen Pembimbing dan Ketua Program Pascasarjana Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang telah dengan sabar dan perhatian memberikan arahan, saran, motivasi, ilmu kepada penulis dalam proses penyusunan tesis ini dan mendengarkan keluhan penulis selama proses penyusunan tesis;
3. Bapak Prof. Ir. Suparno, MSIE., Ph.D dan Bapak Prof. Moses L. Singgih, M.Sc. Ph.D selaku dosen penguji atas saran dan masukan yang diberikan di dalam penyusunan tesis ini;
4. Ibu Diesta Iva Maftuhah, S.T., M.T yang telah sabar dan perhatian memberikan arahan, dan saran dalam proses penyusunan tesis mulai awal hingga akhir;
5. Bapak I Made Ronyastra, S.T., M.T selaku dosen penulis saat menempuh Strata satu yang selalu mendukung dan memotivasi agar dapat menyelesaikan Starta dua.
6. Jajaran Dosen Departemen Teknik Sistem dan Industri-Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem, Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang telah memberikan ilmu berharga selama masa perkuliahan.

7. Rekan-rekan perkuliahan di Magister Teknik Sistem dan Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya khususnya penghuni residen Dodgalih, mbak Vera. Mbak Dina, mbak Winda, Mega Rahmadani, Fandi, Januardi, mbak Uyak, Adiek. Terima kasih telah berbaik hati kepada penulis;
8. Rekan-rekan konsentrasi Manajemen Logistik dan Rantai Pasok, Ridzky Novera, Meidina Kalse Boer, Winda Aprilia, Zakia, Fandi Afrizal, Heri Suprayitno, Bayu Aqsha, Mahya Indra Tama, M. Zulfikar Emir.
9. Seluruh Bapak/Ibu dosen dan staf administrasi Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Industri, ITS yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan segala urusan administrasi.

Akhir kata penulis meminta maaf bila terdapat kesalahan yang dilakukan selama penulisan Tesis ini baik disengaja maupun tidak disengaja. Penulis berharap dengan pembahasan Tesis ini dapat memberikan masukan dan manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Surabaya, 17 Januari 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TESIS .....	iv
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	ix
KATA PENGANTAR .....	xi
DAFTAR ISI .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR TABEL .....	xix
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan .....	5
1.4 Batasan Masalah .....	6
1.5 Kontribusi .....	6
1.6 Asumsi Penelitian .....	6
1.7 Sistematika Penulisan .....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	9
2.1 Ketahanan Pangan ( <i>Food Security</i> ) .....	9
2.2 Pengukuran Ketahanan Pangan .....	9
2.3 Pangan Pokok .....	11
2.4 Peternakan Ayam .....	12
2.4.1 Ayam Pedaging .....	12
2.4.2 Ayam petelur .....	15
2.4.3 Konsumsi Telur dan Daging Ayam .....	18
2.4.4 Produksi Telur dan Daging Ayam .....	19
2.5 Simulasi dan Sistem Dinamik .....	20
2.5.1 <i>Causal Loop Diagram</i> .....	22
2.5.2 <i>Stock Flow Diagram</i> .....	23
2.6 Pengujian Model .....	24

2.6.1	Uji Struktur Model ( <i>Structure Assesment Test</i> ).....	24
2.6.2	Uji Parameter Model ( <i>Parameter Assesment Test</i> ) .....	25
2.6.3	Uji Kecukupan Batasan ( <i>Boundary Adequancy Test</i> ) .....	25
2.6.4	Uji Kondisi Ekstrim ( <i>Extreme Condition Test</i> ) .....	25
2.7	Penelitian Sebelumnya .....	25
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>31</b>
3.1	Studi Literatur.....	32
3.2	Observasi Objek dan Pengumpulan Data .....	32
3.3	Identifikasi Variabel .....	32
3.4	Pembuatan <i>Causal Loop Diagram</i> .....	33
3.5	Perancangan <i>Stock Flow Diagram</i> .....	33
3.6	Verifikasi dan Validasi Model .....	34
3.7	Penetapan Skenario Kebijakan.....	34
3.8	Analisa dan Interpretasi.....	34
3.9	Penarikan Kesimpulan dan Saran.....	35
<b>BAB 4 IDENTIFIKASI DAN PEMBUATAN MODEL SIMULASI .....</b>		<b>37</b>
4.1	Deskripsi Objek Penelitian.....	37
4.2	Model Konseptual .....	41
4.2.1	Diagram <i>Input Output</i> .....	43
4.2.2	<i>Causal Loop Diagram</i> .....	44
4.2.3	Identifikasi Variabel .....	46
4.2.4	<i>Stock Flow Diagram</i> .....	57
4.2.5	Verifikasi dan Validasi Model.....	65
4.3	Hasil Simulasi Model Dinamis.....	71
<b>BAB 5 SKENARIO PERBAIKAN .....</b>		<b>77</b>
5.1	Model Skenario .....	77
<b>BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>89</b>
6.1	Kesimpulan.....	89
6.2	Saran.....	91
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>93</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>97</b>



BIODATA PENULIS ..... 111

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Konsumsi per kapita Indonesia .....	3
Gambar 2.1 Konsumsi per kapita Indonesia .....	18
Gambar 2.2 Langkah-langkah dalam Mengembangkan Metode Sistem Dinamik	21
Gambar 2.3 <i>Causal Loop Diagram Notation</i> .....	22
Gambar 2.4 Ilustrasi Konsep <i>Stock</i> dan <i>Flow</i> .....	24
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Penelitian .....	31
Gambar 3.2 Ilustrasi Konsep <i>Stock</i> dan <i>Flow</i> .....	33
Gambar 4.1 Konsumsi Jagung Jawa Timur .....	39
Gambar 4.2 Kerangka Berfikir Ketahanan Pangan Komoditas Ayam .....	42
Gambar 4.3 Pemetaan Sistem Rantai Rantai Pasok Telur ayam, Daging Ayam dan Jagung .....	42
Gambar 4.4 Diagram <i>Input Output</i> .....	43
Gambar 4.5 <i>Causal Loop Diagram</i> Ketahanan Pangan Komoditas Ayam.....	45
Gambar 4.6 <i>Stock Flow Diagram</i> Submodel <i>Corn Supply</i> .....	58
Gambar 4.7 <i>Stock Flow Diagram</i> Submodel <i>Feed mill</i> .....	60
Gambar 4.8 <i>Stock Flow Diagram</i> Submodel <i>Chicken</i> .....	62
Gambar 4.9 <i>Stock Flow Diagram</i> Submodel <i>Endcustomer</i> .....	64
Gambar 4.10 Langkah Verifikasi Model .....	66
Gambar 4.11 Hasil <i>Output</i> Verifikasi Model.....	66
Gambar 4.12 Langkah Verifikasi Model dengan <i>Check Unit</i> .....	67
Gambar 4.13 Hasil <i>Output</i> Verifikasi Model dengan <i>Check Unit</i> .....	67
Gambar 4.14 Perbandingan Produksi Jagung dan Lahan Jagung .....	68
Gambar 4.15 Uji Kondisi Ekstrim Nilai Normal (a), Nilai Ekstrim Rendah (b), Nilai Ekstrim Tinggi (c) .....	69
Gambar 4.16 Proyeksi Produksi Jagung (ton).....	72
Gambar 4.17 Proyeksi Impor Jagung (ton) .....	73
Gambar 5.1 <i>Interface</i> Persentase Produksi Pakan (a,b,c) .....	78
Gambar 5.2 <i>Interface</i> Persentase Penambahan Kapasitas Produksi .....	80
Gambar 5.3 Diagram Simulasi Skenario 3.....	83

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komoditas Pangan Pokok .....	12
Tabel 2.2 Komposisi Nutrien Pakan Ayam <i>Broiler</i> .....	14
Tabel 2.3 Komposisi Bahan Pakan Ayam <i>Broiler</i> .....	14
Tabel 2.4 Konsumsi Pakan Ayam <i>Broiler</i> .....	14
Tabel 2.5 Komposisi Nutrien Pakan Ayam Petelur.....	16
Tabel 2.6 Komposisi Bahan Pakan Ayam Petelur.....	16
Tabel 2.7 Konsumsi Pakan Ayam Petelur.....	17
Tabel 2.8 Konsumsi Daging Sapi, Daging dan Telur Ayam Indonesia .....	19
Tabel 2.9 Produksi Telur Ayam Indonesia Tahun 2018 .....	19
Tabel 2.10 Produksi Daging Ayam Indonesia Tahun 2018.....	20
Tabel 2.11 Komponen/Notasi dalam <i>Stock Flow Diagram</i> .....	23
Tabel 2.12 Penelitian Sebelumnya .....	26
Tabel 2.13 Posisi Penelitian .....	29
Tabel 4.1 Jumlah Penduduk Jawa Timur .....	37
Tabel 4.2 Distribusi Rata-rata Pengeluaran Per kapita Penduduk Jawa Timur ....	38
Tabel 4.3 Produksi Jagung Jawa Timur .....	39
Tabel 4.4 Jumlah dan Kapasitas Industri Pakan Ternak .....	40
Tabel 4.5 Data Perbandingan Produksi Industri Pakan.....	41
Tabel 4.6 Identifikasi Variabel Submodel <i>Feed mill</i> .....	47
Tabel 4.7 Variabel Submodel <i>Corn Supply</i> .....	48
Tabel 4.8 Variabel Submodel Produksi Daging Ayam.....	50
Tabel 4.9 Variabel Submodel Produksi Telur Ayam .....	52
Tabel 4.10 Variabel Submodel <i>Endcustomer</i> .....	55
Tabel 4.11 Indeks Pembagian Lahan .....	57
Tabel 4.12 Pembagian Lahan Menurut Level Produktivitas.....	57
Tabel 4.13 Formulasi Submodel <i>Corn Supply</i> .....	59
Tabel 4.14 Formulasi Submodel <i>Feed Mill</i> .....	60
Tabel 4.15 Formulasi Submodel <i>Chicken</i> .....	62
Tabel 4.16 Formulasi Submodel <i>Endcustomer</i> .....	65

Tabel 4.17 Hasil Uji <i>Mean Comparison</i> untuk Produksi Daging Ayam.....	70
Tabel 4.18 Hasil Uji <i>Mean Comparison</i> untuk Produksi Telur Ayam .....	71
Tabel 4.19 Proyeksi Produksi Jagung dan Impor Jagung untuk Produksi Pakan..	72
Tabel 4.20 Proyeksi Produksi, Permintaan, Pemenuhan Telur Ayam.....	74
Tabel 4.21 Proyeksi Produksi, Permintaan, Pemenuhan Daging Ayam .....	75
Tabel 5.1 Kebutuhan Pakan Ayam Petelur dan Pedaging .....	78
Tabel 5.2 Perbandingan Pemenuhan Permintaan Daging Ayam Eksisting dan Perbaikan Skenario 1 .....	79
Tabel 5.3 Perbandingan Pemenuhan Permintaan Telur Ayam Eksisting dan Perbaikan Skenario 1 .....	79
Tabel 5.4 Perbandingan Produksi Daging Ayam Eksisting dan Perbaikan Skenario 2 .....	80
Tabel 5.5 Perbandingan Produksi Telur Ayam Eksisting dan Perbaikan Skenario 2 .....	81
Tabel 5.6 Produksi Jagung dan Impor Jagung.....	81
Tabel 5.7 Lahan Tidak Terpakai Provinsi Jawa Timur .....	82
Tabel 5.8 Luas Lahan Tidak Terpakai dan Total Produksi .....	84
Tabel 5.9 Total Produksi Eksisting dan Perbaikan Skenario 3.....	84
Tabel 5.10 Perbandingan Nilai Impor Kondisi Eksisting dan Kondisi Simulasi Skenario 3.....	85
Tabel 5.11 Total Produksi Eksisting dan Perbaikan Skenario 4.....	86
Tabel 5.12 Perbandingan Nilai Impor Kondisi Eksisting dan Kondisi Simulasi Skenario 4.....	87

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

Bab pendahuluan ini berisi tentang hal-hal yang mendasari dilakukannya penelitian serta pengidentifikasi masalah penelitian.

### **1.1 Latar Belakang**

Krisis pangan global pernah terjadi pada tahun 1970-an, dimana pada saat itu terjadi kenaikan harga yang cukup tinggi secara tiba-tiba sehingga menyebabkan setidaknya 40 negara mengalami kelaparan. Melihat fenomena tersebut terciptalah istilah *food security* (ketahanan pangan) (Maxwell & Smith, 1992). Konsep ketahanan pangan awalnya difokuskan untuk memastikan ketersediaan pangan dan stabilitas harga bahan makanan pokok, yang disebabkan oleh perubahan harga yang cukup ekstrim dari komoditas pertanian (Berry dkk., 2015). Konsep ketahanan pangan kemudian didefinisikan pada Konferensi Pangan Dunia tahun 1974 sebagai ketersediaan di setiap saat di dunia yang memadai pasokan makanan bahan makanan pokok untuk menopang ekspansi konsumsi makanan yang stabil dan untuk mengimbangi fluktuasi produksi dan harga (United Nations, 1975).

Secara umum ketahanan pangan didefinisikan FAO (2002) yaitu kondisi dimana semua orang memiliki akses fisik dan ekonomi untuk memperoleh makanan yang cukup, aman dan bergizi untuk memenuhi kebutuhan makanan dan preferensi makanan untuk kehidupan yang aktif dan sehat. Kebutuhan pangan merupakan kebutuhan dasar paling utama bagi manusia, sehingga setiap warga negara memiliki hak dalam pemenuhan kebutuhan pangan mereka. Untuk memenuhi hak warga negara, setiap negara memiliki kewajiban dalam mengatur pemenuhan kebutuhan pangan. Kondisi terpenuhinya pangan bagi sebuah negara dapat dilihat dari tersedianya pangan yang cukup, baik dari jumlah maupun mutu, keamanan, keberagaman, gizi dan terjangkau serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan dan budaya, agar mendapatkan hidup yang sehat dan produktif secara berkelanjutan.

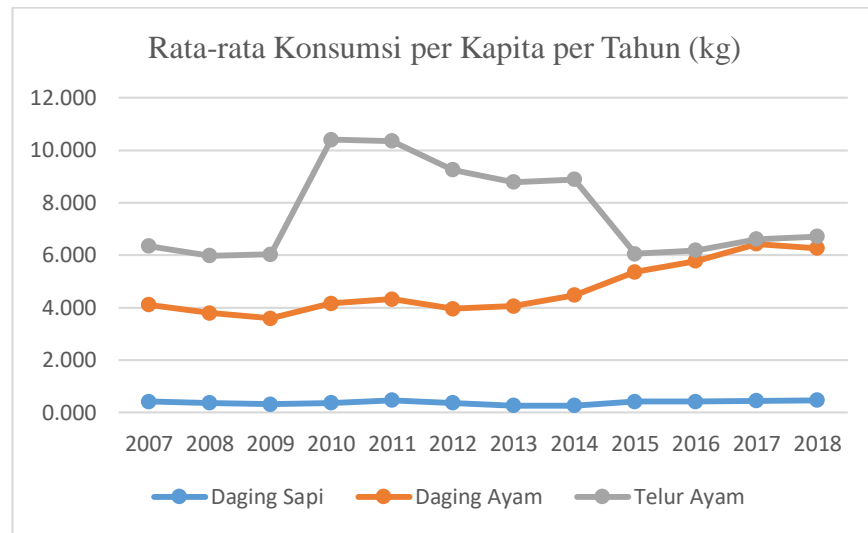
Pangan pokok adalah makanan yang dikonsumsi secara teratur dan dalam jumlah tertentu yang menjadi bagian dominan dari makanan dan merupakan sumber dari kebutuhan energi dan nutrisi yang dibutuhkan tubuh (FAO, 2010). Dalam

Rencana Strategis Badan Ketahanan Pangan 2010-2014 pengelompokan komoditas pangan dibagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok pangan nabati dan pangan hewani. Pangan nabati terdiri dari beras jagung, kedelai, kacang tanah ubi kayu, ubi jalar, sayuran, buah-buahan, minyak goreng dan gula putih. Sedangkan pangan hewani terdiri dari daging sapi, telur, daging ayam, ikan dan susu (Kementrian Pertanian, 2010).

Ketahanan pangan bukan hanya identik dengan makanan pokok saja, seperti beras, gandum, sereal dan lain sebagainya. Telur dan daging ayam masuk menjadi komoditas pangan pokok yang tertuang dalam Rencana Strategis Kementerian Perdagangan (Renstra Kemendag) pada tahun 2010 hingga 2019. Selain dalam Renstra Kemendag, telur dan daging ayam juga masuk ke dalam klasifikasi jenis barang kebutuhan pangan pokok dalam Surat Keputusan Menteri Perdagangan dan Perindustrian No.115/MPP/KEP/2/1998 dan Surat Keputusan Menko Perekonomian No. Kep-28/M.EKON/05/2010 Tahun 2010 mengenai Stabilisasi Pangan Pokok. Hal ini menunjukkan bahwa telur dan daging ayam merupakan komoditas bahan pokok yang cukup penting untuk dijaga ketersediaannya.

Negara seharusnya tidak hanya fokus pada ketahanan pangan pokok seperti beras saja, namun komoditas pangan yang lain yang dapat memenuhi kebutuhan energi dan nutrisi masyarakat juga. Konsumsi pangan yang baik harus dipenuhi oleh masyarakat, agar setiap individu mendapatkan hidup yang sehat, aktif dan produktif. Menurut LIPI (2018) Widya Karya Nasional Pangan dan Gizi (WNPG) memberikan informasi bahwa pada tahun 2018 Angka Kecukupan Gizi (AKG) rata-rata 2100 kkal dan Angka Kecukupan Protein (AKP) sebesar 57 gram/kapita/hari. Pemenuhan kebutuhan protein tidak hanya didapatkan dari beras saja, namun juga dapat diperoleh dari pangan hewani. Komoditas sumber protein dari hewani yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat didapatkan dari telur dan daging unggas. Gambar 1.1 memberikan informasi konsumsi daging sapi, telur ayam dan daging ayam per kapita per tahun.





Gambar 1.1 Konsumsi per kapita Indonesia

Pada Gambar 1.1 memberikan informasi bahwa konsumsi daging ayam mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Sedangkan untuk konsumsi telur ayam mengalami penurunan pada tahun 2010 hingga 2014 namun mengalami peningkatan kembali pada tahun 2015 hingga saat ini. Dua komoditas tersebut menjadi komoditas utama dalam pemenuhan kecukupan protein harian dikarenakan harga yang cenderung dapat dijangkau oleh masyarakat. Sehingga ketersediaan telur dan daging ayam harus dijaga agar kebutuhan protein masyarakat dapat tetap terpenuhi. Ketahanan pangan komoditas telur dan daging ayam juga dipengaruhi oleh komoditas lainnya yaitu jagung. Jagung berpengaruh terhadap ketersediaan ayam dikarenakan jagung merupakan komposisi utama bahan baku pakan ayam. Komposisi jagung pada pakan ayam sekitar 50 %, jagung sebagai bahan baku pakan dapat diganti dengan lainnya seperti sorgum. Namun ketersediaan sorgum sangat terbatas hanya sekitar 10% dari jagung (Tangendjaja, 1999).

Penyelesaian masalah dalam penelitian ini menggunakan pendekatan sistem dinamik dikarenakan adanya kompleksitas dan keterkaitan antar sistem yang saling berpengaruh. Model sistem dinamik dapat menunjukkan perilaku sistem yang kompleks melalui interaksi antar variabel (Sterman, 2000). Kompleksitas yang terjadi antara telur dan daging ayam, *supply* jagung dan *demand* telur dan daging ayam untuk ketahanan pangan akan dijelaskan pada *Causal Loop Diagram* (CLD), selanjutnya membuat model simulasi dengan *stock flow diagram*. Model

simulasi sistem dinamik yang akan dihasilkan dalam penelitian ini dapat digunakan untuk mengukur ketahanan pangan komoditas ayam dan mengantisipasinya agar tidak terjadi kekurangan dengan beberapa skenario.

Penelitian mengenai ketahanan pangan menggunakan sistem dinamik pernah dilakukan oleh Avianto dkk (2017) dengan objek penelitian ketahanan pangan komoditas beras untuk Indonesia, dalam penelitiannya satu wilayah direpresentasikan suatu provinsi dikarenakan ketahanan pangan tidak dapat diagresiasikan secara nasional. Ustriyana (2015) juga melakukan penelitian pemenuhan kebutuhan beras di Bali dengan tujuan untuk mendapatkan skenario terbaik dalam pemenuhan kebutuhan masyarakat Bali. Selain di Indonesia, penelitian serupa mengenai ketahanan pangan juga telah dilakukan oleh Arshad dkk (2011) mereka melakukan penelitian ketahanan pangan komoditas beras di Malaysia dengan tujuan memprediksi apakah Malaysia tetap mampu menjaga produksi beras mereka sebanyak 65-70% dari kebutuhan lokal untuk 40 tahun kedepan. Xu dan Ding (2015) juga membahas ketahanan pangan dengan komoditas yang sama yaitu beras, penelitiannya berfokus pada peringatan dini (*early warning*) keamanan pangan, menggunakan indikator utama yaitu kemampuan swasembada provinsi Jiangsu, China.

Pemenuhan kebutuhan protein hewani masyarakat Indonesia sebesar 53% dipenuhi oleh telur dan daging ayam. Indonesia juga mengalami pertumbuhan penduduk yang cukup tinggi hingga 1,36 % pada tahun 2016 hal ini menyebabkan kebutuhan protein dari telur dan daging ayam juga akan meningkat (BPS, 2017). Dengan meningkatnya *demand* telur dan daging ayam maka kebutuhan pemenuhan komoditas telur dan daging ayam harus terpenuhi. Provinsi Jawa Timur dipilih sebagai representatif dari penelitian ini dikarenakan Jawa Timur menjadi penghasil telur terbesar Nasional dengan kontribusi sebesar 28% pada tahun 2018 dari total produksi Nasional. Sedangkan untuk penghasil daging ayam, provinsi Jawa Timur menempati posisi ketiga sebesar 13% dari total produksi nasional, setelah Banten di urutan kedua yaitu sebesar 14% dan Jawa Barat menempati urutan pertama yaitu 33%. (BPS, 2018a). Meningkatnya *demand* telur dan daging ayam maka kebutuhan jagung yang digunakan untuk bahan baku pakan ayam juga akan meningkat. Pakan ayam terdiri dari 50-60% jagung sebagai bahan baku utamanya.

Indonesia menjadi penghasil jagung tertinggi di Asia Tenggara mencapai 20,67 juta ton tahun 2015. Penghasil jagung terbesar nasional adalah pulau Jawa sebesar 52%, sedangkan provinsi Jawa Timur sendiri berkontribusi sebesar 31% dari total produksi jagung Nasional. Jawa tengah dan Jawa Barat menghasilkan jagung masing-masing sebesar 16% dan 5% (BPS,2015). Sebagai penghasil jagung terbesar, Jawa Timur memegang peranan penting untuk pemenuhan kebutuhan jagung nasional, terutama untuk kebutuhan industri pakan ternak. Namun pada kenyataannya industri pakan ternak sering mengeluhkan kekurangan bahan baku, sehingga mereka harus mengambil jagung pada daerah lain seperti, Kalimantan, Nusa Tenggara Timur, Dompu dan lain sebagainya. Kekurangan jagung ini akan menghambat produksi pakan ternak, dan dapat menyebabkan produktivitas produksi telur dan daging ayam akan menurun.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas ketahanan pangan bukan hanya dilihat dari makanan pokok saja, namun juga makanan pokok non-beras seperti telur dan daging ayam. Permasalahan utama dalam penelitian ini perlu adanya model pemenuhan kebutuhan telur dan daging ayam dengan mempertimbangkan ketersediaan jagung sebagai bahan baku utama pakan ayam, maka dirumuskan menjadi tiga *research question* sebagai berikut:

1. Bagaimana pengembangan model ketahanan pangan komoditas telur dan daging ayam di Jawa Timur?
2. Skenario kebijakan apa yang digunakan untuk mencapai ketersediaan jagung di Jawa Timur sebagai bahan baku pakan ayam?
3. Skenario kebijakan apa yang digunakan untuk mencapai ketersediaan telur dan daging ayam di Jawa Timur ?

## **1.3 Tujuan**

1. Menghasilkan model ketahanan pangan komoditas telur dan daging ayam di Jawa Timur
2. Menganalisis skenario yang tepat untuk menjaga atau meningkatkan ketersediaan jagung sebagai bahan baku pakan untuk ayam pada masa mendatang terhadap kemungkinan beberapa skenario.

3. Menganalisis skenario yang tepat untuk menjaga atau meningkatkan ketersediaan telur dan daging ayam pada masa mendatang terhadap kemungkinan beberapa skenario.
4. Memberikan saran alternatif kebijakan terhadap pemerintah

#### **1.4 Batasan Masalah**

Penelitian ini memiliki beberapa batasan masalah antara lain:

1. Data yang digunakan adalah data historis.
2. Dalam menentukan kebijakan dalam pemenuhan ketersediaan jagung, telur dan ayam tidak melibatkan biaya.

#### **1.5 Kontribusi**

- Penelitian ini dapat membantu memberikan gambaran mengenai ketersediaan jagung di Jawa Timur untuk bahan baku produksi pakan dan memberikan proyeksi kebutuhan jagung Jawa Timur di masa mendatang.
- Penelitian ini dapat membantu memberikan gambaran mengenai ketersediaan telur dan daging ayam khususnya di provinsi Jawa Timur dan memberikan proyeksi kebutuhan telur dan daging ayam di masa mendatang

#### **1.6 Asumsi Penelitian**

Beberapa asumsi yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Peternak ayam menggunakan pakan olahan dari industri pakan ternak.
2. Pengusaha ternak ayam menggunakan beberapa *batterey* ternak yang diisi agar dapat melakukan produksi terus-menerus.

#### **1.7 Sistematika Penulisan**

Tesis ini dibuat dengan sistematika enam (6) bab yang setiap babnya akan dijelaskan pada penjelasan berikut:

## 1. BAB 1. PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan secara umum mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan yang berhubungan dengan pembahasan penelitian ini.

## 2. BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menguraikan secara umum tentang dasar-dasar teori yang digunakan untuk mencakup rumusan masalah dan memecahkan masalah yang ada. Seperti simulasi sistem dinamik, siklus hidup ayam petelur dan ayam pedaging dan lain sebagainya.

## 3. BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan beberapa hal yang terkait dengan penelitian, langkah-langkah dan tahapan pada penelitian ini agar peneliti dapat melakukan penelitian dengan terstruktur, sistematis dan terarah. Menjelaskan permasalahan ketahanan pangan komoditas ayam dan bagaimana cara untuk menyelesaikan/mengatasi permasalahan tersebut.

## 4. BAB 4. IDENTIFIKASI DAN PEMBUATAN MODEL SIMULASI

Bab ini mengidentifikasi varibal-variabel apa saja yang mempengaruhi sistem yang akan digunakan untuk membuat *causal loop diagram* dan *stock flow diagram*. Pada tahap ini juga dilakukan verifikasi dan validasi terhadap model yang dibuat dengan menggunakan STELLA 9.13 ©

## 5. BAB 5. SKENARIO PERBAIKAN

Bab ini membahas tentang pembuatan skenario perbaikan alternatif dalam perbaikan masalah kekurangan pemenuhan *demand* jagung, telur dan daging ayam. Skenario tersebut mungkin mampu dijadikan rekomendasi untuk perbaikan selanjutnya.

## 6. BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas tentang kesimpulan yang diberikan dari hasil penelitian dan saran yang bermanfaat dan penelitian selanjutnya.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini akan diberikan penjelasan terkait teori dan referensi yang menjadi landasan dalam pelaksanaan penelitian ini.

#### **2.1 Ketahanan Pangan (*Food Security*)**

Ketahanan Pangan (*Food security*) adalah istilah yang diciptakan oleh Maxwell dan Smith (1992) pada krisis pangan global di tahun 1970-an. Krisis pangan disebabkan kenaikan harga yang cukup tinggi secara tiba-tiba dan menyebabkan sekitar 40 negara kelaparan (Maxwell & Smith, 1992). Ketahanan pangan berdasarkan UU. RI No.18 tahun 2012 adalah kondisi terpenuhinya pangan bagi negara sampai dengan perseorangan, yang tercermin dari tersedianya pangan yang cukup, baik jumlah maupun mutunya, aman, beragam, bergizi, merata, dan terjangkau serta tidak bertentangan dengan agama, keyakinan dan budaya masyarakat untuk dapat hidup sehat, aktif dan produktif secara berkelanjutan.

#### **2.2 Pengukuran Ketahanan Pangan**

Persyaratan ketahanan pangan sesuai dengan definisi ketahanan pangan dalam *Food and Agriculture* (FAO) yaitu “*Food security exists when all people, at all times, have physical and economic access to sufficient, safe, and nutritious food meets their dietary needs and preferences for an active and healthy life*”. Ketahanan pangan adalah sistem yang kompleks yang terdiri dari empat dimensi yaitu ketersediaan pangan (*Food Availability*), aksesibilitas pangan (*Food Accessibility*), Stabilitas pangan (*Food Stability*), dan pemanfaatan makanan (*Food Utilization*) (FAO, 2009).

- **Ketersediaan Pangan (*Food Availability*)**

Menurut FAO (2008) ketersediaan pangan mengacu pada sisi pasokan pangan dan ditentukan oleh tingkat produksi pangan, tingkat stok dan perdagangan. Sedangkan menurut Gregory dkk, (2005) mengartikan ketersediaan pangan merupakan kecukupan pasokan makanan melalui proses produksi, distribusi dan

pertukaran. Proses produksi pangan yang dimaksud meliputi masalah tanah, air, sumber energi, pemilihan bibit tanaman, pengelolaan ternak dan proses pemanenan. Indikator pencapaian ketersediaan pangan dapat dilihat dari produksi yang dihasilkan tanaman atau indeks produksi pangan, misalnya rata-rata panen padi per hektar, produksi pangan perkapita atau ketersediaan pangan perkapita (Renzaho & Mellor, 2010)

- Akses Pangan (*Food Accessibility*)

Akses Pangan (*Food Accessibility*) mengacu pada akses langsung dan kemampuan masing-masing rumah tangga (*household*) untuk memenuhi kebutuhan pangan, baik kemampuan memproduksi sendiri ataupun membeli dari sumber lain (FAO, 1997). Sedangkan pada FAO (2006) akses pangan mengacu pada akses individu terhadap hak untuk mendapatkan pangan sesuai dengan nutrisi. Terdapat dua cara dalam memenuhi kebutuhan pangan masing-masing rumah tangga (*household*) yaitu akses langsung dan akses ekonomi. Akses langsung setiap rumah tangga dapat memproduksi bahan pangan sendiri dengan bercocok tanam, beternak. Akses ekonomi rumah tangga memenuhi kebutuhan pangan mereka dengan membeli bahan pangan dari produksi sumber lain (FAO,1997). Indikator pencapaian ketahanan pangan dari dimensi akses pangan diantaranya harga pangan, perbedaan pendapatan rumah tangga, mata pencaharian, indeks pengeluaran rumah tangga untuk pangan, purchasing power untuk rumah tangga (Renzaho & Mellor, 2010).

- Utilitas Pangan (*Food Utilization*)

Utilitas pangan (*Food Utilization*) merupakan pengetahuan tentang cara memanfaatkan makanan sesuai peraturan kesehatan, menggunakan air bersih, dan sanitasi bersih demi mencapai kesejahteraan nutrisi dengan kebutuhan fisiologis yang terpenuhi dengan baik (FAO, 1997). Secara umum utilitas pangan dapat didefinisikan sebagai suatu cara tubuh kita memanfaatkan pangan untuk menghasilkan bermacam-macam nutrisi. Energi dan nutrisi baik yang dikonsumsi



oleh tubuh mencerminkan pengolahan dan keanekaragaman diet yang baik (FAO, 2008).

- Stabilitas Pangan (*Food Stability*)

Stabilitas Pangan (*Food Stability*) mengacu pada stabilitas dari tiga dimensi sebelumnya yaitu ketersediaan pangan, akses pangan dan utilitas pangan. Stabilitas pangan mengacu pada kemampuan individu dalam bagaimana menjaga agar ketiga dimensi tersebut dapat tersedia setiap waktu (FAO,2000). Stabilitas pangan dapat terganggu disebabkan kondisi iklim, politik maupun faktor ekonomi (FAO,2008). Menurut Renzaho dan Mellor (2010) dimensi stabilitas pangan dijelaskan dengan menggunakan istilah *asset creation*. Stabilitas pangan adalah inisiatif dalam mempersiapkan struktur dan sistem yang mendukung keberlanjutan dari kemampuan individu maupun rumah tangga untuk menghadapi *sudden shock* (krisis ekonomi, iklim atau kekurangan pangan musiman) yang mengancam ketahanan pangan.

### **2.3 Pangan Pokok**

Pangan adalah segala sesuatu yang berasal dari sumber hayati dan air, baik yang diolah maupun tidak diolah, yang diperuntukkan sebagai makanan atau minuman bagi konsumsi manusia, termasuk bahan tambahan pangan, bahan baku pangan, dan bahan lain yang digunakan dalam proses penyiapan, pengolahan, dan atau pembuatan makanan atau minuman (Setneg, 1996). Sedangkan pangan pokok merupakan pangan yang dikonsumsi secara rutin dengan kuantitas tertentu menjadi bagian yang paling banyak dalam pola makan dan menjadi sumber asupan energi dan gizi utama yang dibutuhkan tubuh (FAO, 2010). Rencana Strategis Badan Ketahanan Pangan 2010-2014 pengelompokan komoditas pangan menjadi dua kelompok yaitu kelompok pangan nabati dan pangan hewani (Kementrian Pertanian, 2010). Menurut Kementrian Perdagangan (2010) dalam Rencana Strategis Kementrian Perdagangan 2015-2019 pengelompokan komoditas pangan dapat digunakan sebagai indikator kinerja stabilisasi harga. Telur dan daging ayam menjadi komoditas pangan pokok mulai tahun 2010 hingga 2019. Tabel 2.1

menyajikan informasi menunjukkan komoditas pangan yang menjadi pangan pokok.

Tabel 2.1 Komoditas Pangan Pokok (Prabowo, 2014 dan Data Olahan)

	Komoditas	Renstra BKP 2010-2014	SK Menperindag No. 155/1998	SK Menko No. 28/2010	Renstra Kemendag 2010-2014	Renstra Kemendag 2015-2019	Renstra BKP 2015-2019
<b>Pangan Hayati</b>	Beras	√	√	√	√	√	√
	<b>Jagung</b>	√	√		√	√	√
	Kedelai	√				√	√
	Kacang tanah	√		√			
	Ubi kayu	√					
	Ubi Jalar	√					
	Buah-buahan	√					
	Minyak goreng	√	√		√	√	
	Gula	√	√		√	√	√
	Mentega		√				
	Minyak Tanah		√				
	Garam beriodium		√				
	Tepung terigu				√	√	
<b>Pangan Hewani</b>	Daging sapi	√		√	√	√	√
	Daging kerbau	√					
	<b>Daging ayam</b>	√	√	√	√	√	√
	<b>Telur ayam</b>	√	√	√	√	√	√
	Susu	√	√		√	√	
	Ikan	√					

## 2.4 Peternakan Ayam

### 2.4.1 Ayam Pedaging

Ayam pedaging merupakan salah satu komoditas unggas yang di budidayakan untuk dikonsumsi daging. Ayam pedaging biasanya disebut juga dengan ayam *broiler*, menurut Rasyaf (2007a) ayam pedaging adalah ayam jantan dan ayam betina muda yang berumur di bawah 8 minggu ketika di jual dengan bobot tertentu, memiliki pertumbuhan yang cepat serta mempunyai dada yang lebar

dengan timbunan daging yang baik dan banyak. Ayam pedaging umumnya dipelihara dalam waktu kurang lebih 35 hari dengan bobot tubuh antara 1,4-1,7 kg per ekor. Untuk membudidayakan ayam pedaging, pemeliharaan ayam pedaging dibagi menjadi dua fase yaitu:

1. *Starter* : Periode pemeliharaan *starter* mulai umur ayam sehari hingga berumur 3 minggu.
2. *Finisher* : Periode pemeliharaan *finisher* mulai ayam lebih dari 3 minggu hingga siap panen kurang lebih 5-7 minggu.

Segmentasi penjualan daging ayam *broiler* berbeda antara satu daerah dengan daerah lainnya. Menurut Tammaluddin (2014) segmentasi ayam *broiler* dibedakan menjadi empat yaitu segmen ayam besar, segmen ayam sedang, segmen ayam kecil, segmen ayam terolok. Segmen ayam besar adalah ayam *broiler* dengan berat lebih dari 1,8 kg per ekor. Daging ayam ini akan diolah oleh industri menjadi daging ayam olahan seperti sosis, nugget dan katsu. Segmen ayam sedang yaitu ukuran dengan ayam dengan bobot 1,4-1,8 kg per ekor. Segmen ayam sedang ini digunakan untuk kebutuhan ayam pada rumah makan cepat saji seperti *KFC*, *McDonald*, *Hisana* dan rumah makan lainnya. Segmen ayam kecil adalah segmen dengan ukuran panen 0,8-1,4 kg per ekor. Ukuran ayam ini digunakan untuk pedagang kaki lima seperti ayam bakar ataupun ayam goreng. Yang terakhir yaitu segmen ayam terolok dengan ukuran ayam di bawah bobot ayam normal pada umur yang sama sekitar 30-40% dibawah rata-rata. Ayam terolok umumnya memiliki ukuran 0,7 kg per ekor. Ayam terolok ini seharusnya dipanen lebih dahulu karena dapat menjadikan biaya pakan menjadi semakin besar.

#### 2.4.1.1 Pakan Ayam Pedaging

Pemberian pakan untuk ayam pedaging porsinya disesuaikan dengan tahapan pertumbuhannya. Ayam pedaging memiliki efisiensi pakan yang tinggi, perlunya pemberian pakan yang tepat agar dapat menghasilkan produktivitas yang tinggi. Menurut SNI, kandungan protein kasar ayam pedaging minimal 18% untuk *starter* dan 18% untuk *finisher*. Berikut ini merupakan komposisi spesifikasi mutu pakan ayam pedaging pada Tabel 2.2 dan sedangkan untuk komposisi bahan pakan ayam pedaging dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.2 Komposisi Nutrien Pakan Ayam *Broiler* (Suci dan Hermana, 2012)

No	Komposisi Nutrien	Starter	Finisher
1	Energi metabolis (kkal/kg)	3100	3150
2	Protein kasar (%)	20	18
3	Serat kasar (%)	2.7	2.8
4	Sodium (%)	0.21	0.2
5	Kalsium (%)	0.92	0.89
6	Fosfor tersedia (%)	0.41	0.38
7	Lisin (%)	1.15	1

Tabel 2.3 Komposisi Bahan Pakan Ayam *Broiler* (Suci dan Hermana, 2012)

No	Komposisi Bahan Pakan	Starter	Finisher
1	Jagung	56	60
2	Dedak padi	4.13	5.15
3	Bungkil kedelai	25	20
4	Tepung ikan	8	8
5	CPO	5	5
6	DCP	0.3	0.3
7	Garam (NaCl)	0.5	0.35
8	CaCO <sub>3</sub>	0.8	0.7
9	Premix	0.2	0.5
10	DL-Metionin	0.07	0
11	L-Lisin	0	0
	Total	100	100

Sedangkan jumlah konsumsi pakan ayam pedaging sesuai dengan umur dan fase hidupnya dapat dilihat pada Tabel 2.4 di bawah ini:

Tabel 2.4 Konsumsi Pakan Ayam *Broiler* (*Cobb 500 Product Guide*)

Umur (Hari)	Feed Intake (gram)		Ket	Umur (Hari)	Feed Intake (gram)		Ket
	Harian	Cumulative			Harian	Cumulative	
0			Fase Starter	22	117	1309	Fase Finisher
1	13	13		23	123	1432	
2	17	30		24	130	1562	
3	21	51		25	134	1696	
4	23	74		26	141	1837	
5	27	101		27	148	1985	
6	31	132		28	152	2137	
7	35	167		29	158	2295	
8	39	206		30	163	2458	

Tabel 2.4 Konsumsi Pakan Ayam Pedaging (*Cobb 500 Product Guide*) (lanjutan)

Umur (Hari)	Feed Intake (gram)	Ket	Umur (Hari)	Umur (Hari)	Feed Intake (gram)	Ket	Umur (Hari)
	Harian	Cumulative			Harian	Cumulative	
9	44	250	Fase Starter	31	169	2627	Fase Finisher
10	48	298		32	174	2801	
11	54	352		33	180	2981	
12	58	410		34	182	3163	
13	64	474		35	189	3352	
14	68	542		36	193	3545	
15	75	617		37	197	3742	
16	81	698		38	201	3943	
17	87	785		39	205	4148	
18	93	878		40	209	4357	
19	98	976		41	258	4615	
20	105	1081		42	293	4908	
21	111	1192					

#### 2.4.2 Ayam petelur

Ayam petelur merupakan salah satu komoditas unggas yang dapat menghasilkan telur dan daging. Ayam petelur dibudidayakan untuk menghasilkan telur dalam jumlah yang banyak dibanding menghasilkan daging. Dalam setiap ekor ayam petelur dapat menghasilkan 250-300 butir telur tiap tahunnya. Setelah masuk masa afkir ayam tidak dapat bertelur lagi sehingga dapat diambil dagingnya untuk dikonsumsi. Menurut

Permentan/OT.140/2/2014/Nomor 31 mengenai pedoman budidaya ayam pedaging dan petelur yang baik pemeliharaan ayam petelur di bagi menjadi tiga fase:

1. *Starter* adalah periode pemeliharaan anak ayam yang berumur sejak mulai menetas (*DOC/Day Old Chick*) sampai dengan umur 4-6 minggu.
2. *Grower* adalah periode pemeliharaan ayam petelur 7-16 minggu atau 7-16 minggu
3. *Layer* adalah periode ayam dewasa yang sedang menjalani masa bertelur, ayam petelur pada fase ini biasanya berumur 15 atau 17 minggu hingga 52 atau 55 minggu, namun ayam petelur dapat dipelihara sampai umur 75 minggu.

Selain tiga fase diatas setelah fase *layer* terdapat fase afkir. Menurut Rasyaf (2007b) pengafkiran sebenarnya dilakukan sebanyak dua kali, pertama pada akhir fase *starter* dan menjelang akhir fase *grower*. Ayam yang perlu diafkir memiliki ciri-ciri seperti tubuh yang jauh lebih kecil dari ayam lainnya (ada sekitar 0,5-0,7%). Selain ayam yang bertubuh kecil pengafkiran juga terjadi pada ayam yang cacat, tidak normal, terlau berat ataupun terlalu besar. Ayam tua yang sudah tidak dapat bertelur juga termasuk ayam afkiran, ayam ini akan di jual sebagai ayam *broiler*/ayam pedaging.

#### 2.4.2.1 Pakan Ayam Pedaging

Ayam petelur memerlukan nutrien yang tepat agar dapat menghasilkan produktivitas dan efiseinsi pakan yang tinggi, sehingga nutrient yang petelur berbeda dengan ayam pedaging. Berikut ini merupakan komposisi spesifikasi mutu pakan ayam petelur pada Tabel 2.5 dan sedangkan komposisi bahan pakan ayam petelur ditunjukkan pada Tabel 2.6.

Tabel 2.5 Komposi Nutrien Pakan Ayam Petelur (Suci dan Hermana, 2012)

No	Komposisi Nutrien	<i>Starter</i>	<i>Grower</i>	<i>Finisher</i>
		1-16 Minggu	16-20 minggu	20-Afkir
1	Energi metabolis (kkal/kg)	2700	2600	2650
2	Protein kasar (%)	18	15	16
3	Serat kasar (%)	4.9	5.8	4.3
4	Kalsium (%)	0.9	0.9	3.7
5	Fosfor tersedia (%)	0.32	0.35	0.35
6	Lisin (%)	0.9	0.65	0.8
7	Metionin (%)	0.4	0.4	0.35

Tabel 2.6 Komposi Bahan Pakan Ayam Petelur (Suci dan Hermana, 2012)

No	Komposisi Bahan Pakan	<i>Starter</i>	<i>Grower</i>	<i>Finisher</i>
		1-16 Minggu	16-20 minggu	20-Afkir
1	Jagung	49	49	49
2	Dedak padi	14.4	23.4	9.9
3	Bungkil kedelai	16	8	12
4	Bungkil kelapa	10	10	10



Tabel 2.6 Komposisi Bahan Pakan Ayam Petelur (Suci dan Hermana, 2012)  
(lanjutan)

No	Komposisi Bahan Pakan	<i>Starter</i>	<i>Grower</i>	<i>Finisher</i>
		1-16 Minggu	16-20 minggu	20-Afkir
5	Tepung ikan	6	6	3.5
6	<i>Corn gluten meal</i> (CGM)	2	1	4
7	CPO	1	1	2
8	DCP	0	0	1
9	CaCO <sub>3</sub>	1	1	8
10	DL-metionin	0.1	0.1	0
11	L-lisin	0	0	0.1
12	Premix	0.5	0.5	0.5
	Total	100	100	100

Sama halnya dengan ayam pedaging, pemberian pakan untuk ayam petelur porsinya disesuaikan dengan tahapan pertumbuhannya. Jumlah konsumsi pakan ayam petelur dapat dilihat pada Tabel 2.7 dibawah ini:

Tabel 2.7 Konsumsi Pakan Ayam Petelur (*ISA Product Guide*)

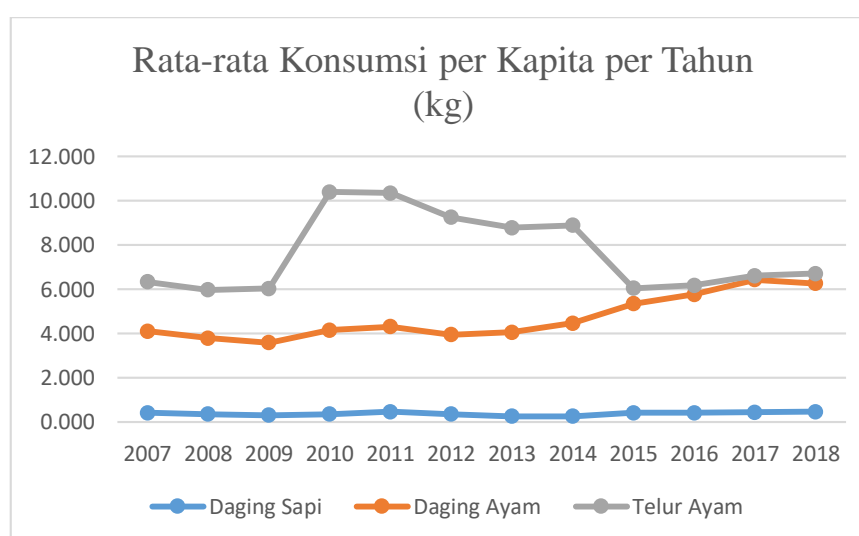
Weeks	<i>Feed Intake (gram)</i>		Weeks	<i>Feed Intake (gram)</i>		Weeks	<i>Feed Intake (gram)</i>		Weeks	<i>Feed Intake (gram)</i>	
	Hari an	Cumu lative		Hari an	Cumu lative		Hari an	Cumu lative		Hari an	Cumu lative
18	84	84	38	113	2277	58	113	4537	78	113	6797
19	89	173	39	113	2390	59	113	4650	79	113	6910
20	97	270	40	113	2503	60	113	4763	80	114	7024
21	104	374	41	113	2616	61	113	4876	81	114	7138
22	110	484	42	113	2729	62	113	4989	82	114	7252
23	112	596	43	113	2842	63	113	5102	83	114	7366
24	112	708	44	113	2955	64	113	5215	84	114	7480
25	112	820	45	113	3068	65	113	5328	85	114	7594
26	112	932	46	113	3181	66	113	5441	86	114	7708
27	112	1044	47	113	3294	67	113	5554	87	114	7822
28	112	1156	48	113	3407	68	113	5667	88	114	7936
29	112	1268	49	113	3520	69	113	5780	89	114	8050
30	112	1380	50	113	3633	70	113	5893	90	114	8164
31	112	1492	51	113	3746	71	113	6006	91	114	8278
32	112	1604	52	113	3859	72	113	6119	92	114	8392

Tabel 2.7 Konsumsi Pakan Ayam Petelur (*ISA Product Guide*) (lanjutan)

Weeks	Feed Intake (gram)		Weeks	Feed Intake (gram)		Weeks	Feed Intake (gram)		Weeks	Feed Intake (gram)	
	Hari an	Cumu lative		Hari an	Cumu lative		Hari an	Cumu lative		Hari an	Cumu lative
33	112	1716	53	113	3972	73	113	6232	93	114	8506
34	112	1828	54	113	4085	74	113	6345	94	114	8620
35	112	1940	55	113	4198	75	113	6458	95	114	8734
36	112	2052	56	113	4311	76	113	6571	96	114	8848
37	112	2164	57	113	4424	77	113	6684	97	114	8962

### 2.4.3 Konsumsi Telur dan Daging Ayam

Daging memiliki sumber protein yang baik untuk tubuh, namun dapat dilihat pada Gambar 2.1 rata-rata konsumsi daging per kapita tiap tahun berada dibawah konsumsi telur dan daging ayam. Hal ini dikarenakan harga telur dan daging ayam lebih terjangkau. Pada Tabel 2.8 memberikan informasi bahwa konsumsi daging ayam mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Sedangkan untuk konsumsi telur ayam mengalami penurunan pada tahun 2010 hingga 2014 namun mengalami peningkatan kembali pada tahun 2015 hingga saat ini. Dengan peningkatan konsumsi setiap tahunnya maka komoditas ayam memiliki peranan penting dalam pemenuhan ketahanan pangan.



Gambar 2.1 Konsumsi per kapita Indonesia

Tabel 2.8 Konsumsi Daging Sapi, Daging dan Telur Ayam Indonesia (BPS,2018b)

Tahun	Konsumsi (kg/kapita/tahun)		
	Daging Sapi	Daging ayam	Telur ayam
2007	0.45	4.11	6.34
2008	0.36	3.80	5.98
2009	0.31	3.59	6.03
2010	0.36	4.16	10.4
2011	0.47	4.32	10.35
2012	0.36	3.95	9.26
2013	0.26	4.06	8.79
2014	0.26	4.47	8.89
2015	0.42	5.36	6.05
2016	0.42	5.77	6.19
2017	0.44	6.43	6.61
2018	0.46	6.26	6.51

#### 2.4.4 Produksi Telur dan Daging Ayam

Pulau Jawa menjadi supplier terbesar produksi telur nasional. Provinsi Jawa Timur menyumbang *supply* sebesar 28% pada tahun 2018 atau 465.838 ton. Jawa tengah dan Banten menempati urutan kedua dan ketiga dengan menyumbang *supply* sebesar 14% dan 13 % dari total produksi nasional. Selain menjadi supplier produksi telur terbesar, pulau Jawa juga menjadi supplier produksi daging ayam terbesar. Penyumbang *supply* terbesar nasional yaitu Provinsi Jawa Barat sebesar 33% atau 703.124 ton. Sedangkan Jawa Timur menempati urutan ketiga dengan menyumbang *supply* sebesar 13% dan urutan kedua ditempati oleh Banten dengan sebesar 14% atau 296.911 ton dari total produksi nasional. Berikut ini adalah Tabel 2.9 dan Tabel 2.10 menyajikan informasi provinsi penghasil telur dan daging ayam nasional di Indonesia pada tahun 2018.

Tabel 2.9 Produksi Telur Ayam Indonesia Tahun 2018 (BPS,2018c)

Provinsi	Telur Ayam (ton)	Persentase
Jawa Timur	465,838	28%
Jawa Tengah	222,178	14%
Banten	152,139	9%
Sumatera Utama	148,560	9%
Jawa Barat	139,574	8%
Sulawesi Selatan	93,571	6%

Tabel 2.9 Produksi Telur Ayam Indonesia Tahun 2018 (BPS,2018c) (lanjutan)

Provinsi	Telur Ayam (ton)	Persentase
Kalimantan Selatan	81,087	5%
Sumatera Barat	71,736	4%
Sumatera Selatan	59,547	4%
Lainnya	210,230	13%

Tabel 2.10 Produksi Daging Ayam Indonesia Tahun 2018 (BPS,2018d)

Provinsi	Daging Ayam (ton)	Persentase
Jawa Barat	703,124	33%
Banten	296,911	14%
Jawa Timur	277,654	13%
Jawa Tengah	201,994	9%
Kalimantan Selatan	77,705	4%
Kalimantan Timur	63,519	3%
Sulawesi Selatan	56,995	3%
Riau	55,684	3%
Kalimantan Barat	51,425	2%
Lainnya	359,002	17%

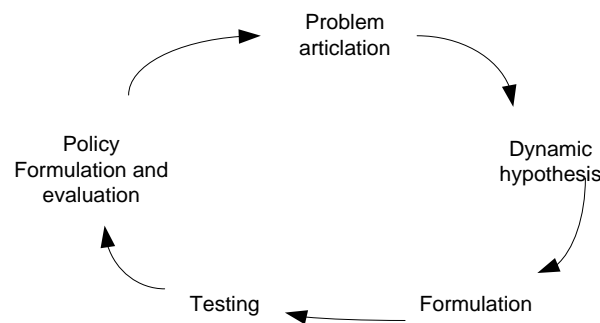
## 2.5 Simulasi dan Sistem Dinamik

Menurut Law (2007) Simulasi adalah bagian imitasi dari sebuah sistem atau sebuah imitasi (dengan computer) dari sebuah sistem yang bergerak berdasarkan waktu. Sedangkan Coyle (1996) mendefinisikan simulasi adalah eksperimen dengan tiruan yang sederhana (pada komputer) dari suatu sistem operasi seiring berjalannya waktu, untuk tujuan pemahaman yang lebih baik dan meningkatkan sistem itu. Simulasi dilakukan dengan tahapan dengan penyusunan konsep, pembuatan model, simulasi dan validasi hasil simulasi

Sistem dinamik diciptakan pertama kali oleh Jay Forrester pada tahun 1950-an untuk mensimulasikan sistem yang kompleks dengan hubungan umpan balik dan nonlinier (Forrester, 1961, Sterman, 2000). Secara umum sistem dinamik merupakan metode dalam menganalisis komponen sistem dengan menjadikan komponen waktu sebagai faktor penting yang terhubung dalam hubungan sebab akibat, dasar logika dan formulasi matematika, dan *loop* umpan balik. Secara sederhana sistem dinamik diartikan sebagai seperangkat komponen yang saling

berinteraksi satu sama lain untuk mencapai tujuan tertentu. Tujuan dari penelitian dengan menggunakan sistem dinamik adalah untuk memahami penyebab masalah dan kemudian mencari kebijakan yang mendukung perbaikan kebijakan. Tujuan ini memerlukan permodelan, analisis dan desain kebijakan pendukung.

Dalam sistem dinamik karakteristik masalahnya di tunjukkan oleh kompleksitas model, perubahan perilaku sistem dari waktu ke waktu dan hubungan timbal balik antar variabel sistem. Langkah-langkah dalam mengembangkan pendekatan sistem dinamik ditunjukkan dalam Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Langkah-langkah dalam Mengembangkan Metode Sistem Dinamika (Sterman, 2000)

Langkah 1 : *Problem articulation*. Langkah awal ini, langkah mencari masalah yang terjadi, mengidentifikasi variabel dan hubungannya, dan merancang kebijakan untuk menyelesaikan masalah

Langkah 2 : *Dynamic hypothesis*. Pembuat model harus mengembangkan masalah yang muncul. Mengembangkan diagram sebab akibat yang berfungsi untuk menjelaskan hubungan kausal antar variabel dan mengubah diagram *causal loops* yang terdiri dari beberapa variabel

Langkah 3 : *Formulation*. Menentukan model sistem dinamik, mengubah diagram *causal loop* menjadi sistem persamaan matematis

Langkah 4 : *Testing*. Melakukan pengujian dengan membandingkan perilaku model simulasi dengan perilaku yang sebenarnya

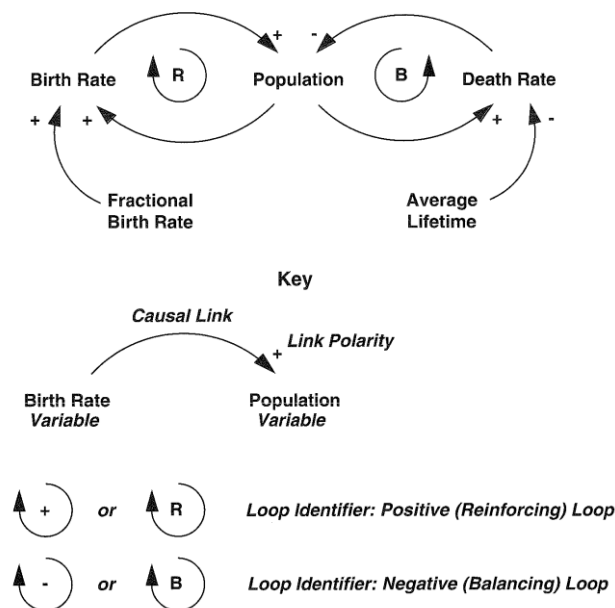
Langkah 5 : *Policy formulation and evaluation*. Model yang telah dilakukan testing digunakan untuk merancang dan mengevaluasi perbaikan kebijakan.

Selain 5 langkah tersebut diperlukan verifikasi dan validasi model, verifikasi dan validasi ini bertujuan untuk mengetahui apakah model tersebut dapat berjalan dengan baik atau terdapat *error*, dan juga untuk membandingkan model yang dibuat dengan kondisi real.

### 2.5.1 Causal Loop Diagram

*Causal loop diagram* merupakan peta sederhana yang menunjukkan hubungan sebab akibat antar variabel yang digambarkan dengan tanda panah dari variabel sebab ke variabel akibat. Menurut Yuen dan Chan (2010) *causal loop diagram* merupakan model yang merepresentasikan keterkaitan dan proses umpan balik dalam suatu sistem. *Causal loop diagram* menggunakan tanda panah sebagai simbol arah yang menghubungkan antar variabel. Dalam *causal loop diagram* terdapat dua tanda panah hubungan kausal (*feedback*) yaitu:

- *Feedback positive* (+) yaitu jika variabel sebabnya meningkat maka variabel akibatnya juga meningkat dan sebaliknya
- *Feedback negative* (-) yaitu jika variabel sebabnya meningkat maka variabel akibatnya akan berbanding terbalik (menurun) dan sebaliknya.



Gambar 2.3 Causal Loop Diagram Notation (Sterman,2000)

Gambar 2.3 merupakan notasi dari *causal loop diagram*. *Reinforcing loop* jika terjadi *feedback looping* positif digambarkan dengan simbol R atau tanda (+). *Balancing loop* jika terjadi *feedback looping* negatif digambarkan simbol B atau tanda (-). *Balancing loop* adalah *loop* yang dibentuk apabila perkalian semua variabel (+) ataupun (-) menghasilkan nilai positif, sehingga *loop* ini terbentuk dari tanda variabel(+) saja atau (-) dengan jumlah yang genap. Apabila terjadi *loop* ini maka interaksi dalam *loop* tersebut adalah interaksi yang saling menyeimbangkan *Reinforcing Loop*. Cara cepat untuk menemukan positif atau negatif *loop* dapat di hitung dari seberapa banyak anak panah negatif didalam *loop*. Jika jumlah negatif genap dapat diartikan bahwa *Reinforcing Loop*, jika berjumlah ganjil maka *Balancing loop* (Sterman, 2000).

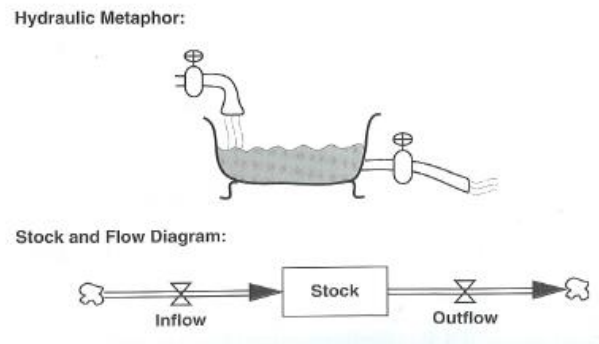
### 2.5.2 Stock Flow Diagram

*Stock flow diagram* merupakan suatu sistem yang menggambarkan hubungan antar variabel. *Stock flow diagram* dilengkapi dengan persamaan matematika untuk menjalankan aktivitas simulasi. Tabel 2.11 menjelaskan beberapa komponen atau notasi yang ada dalam *stock flow diagram*.

Tabel 2.11 Komponen/Notasi dalam *Stock Flow Diagram*

Simbol	Nama	Keterangan
	<i>Level/Stock/State</i>	Akumulasi
	<i>Flow/Rate</i>	Aliran material atau informasi dalam sistem
	<i>Converter</i>	Berisi persamaan atau informasi yang mempengaruhi nilai <i>output</i>
	<i>Connector</i>	Simbol anak panah yang digunakan untuk mengirimkan informasi

Setiap variabel yang menunjukkan akumulasi disebut sebagai *stock*, sedangkan aktivitas sistem variabel pada setiap periode waktu disebut dengan *flow*. Berikut adalah gambaran ilustrasi hubungan *stock* dan *flow*:



Gambar 2.4 Ilustrasi Konsep *Stock* dan *Flow*

Dalam ilustrasi Gambar 2.4 sebagai sebuah bak mandi, dimana kran air yang masuk ke bak mandi adalah *inflow*, sedangkan kran air keluar dari bak mandi adalah *outflow*. Dalam ilustrasi ini bak mandi disebut dengan *stock* yang mewakili nilai antara waktu  $t$  ke  $0$  dan  $t$  ke- $n$

## 2.6 Pengujian Model

Pengujian model dilakukan untuk melihat apakah struktur model sesuai dengan struktur sistem nyata atau tidak. Pengujian model dapat dilakukan dengan verifikasi dan validasi model. Verifikasi model dilakukan dengan melakukan *check unit* dan *error check* dengan tujuan untuk memeriksa kesalahan dalam model dan memastikan model sesuai dengan logika penelitian. Validasi model mengevaluasi apakah model yang dibuat telah sesuai/merepresentatifkan dengan kenyataan nyata. Pengujian model dapat dilakukan dengan menguji struktur dan perilaku model (Schreckengost,1985).

### 2.6.1 Uji Struktur Model (*Structure Assesment Test*)

Uji struktur model bertujuan untuk dapat melihat apakah struktur model yang dibangun sudah sesuai dengan struktur sistem nyata. Faktor-faktor penting



yang mempengaruhi faktor lainnya harus ada dalam model. Pengujian ini dilakukan oleh orang-orang yang mengenal konsep dan sistem yang dimodelkan.

### **2.6.2 Uji Parameter Model (*Parameter Assesment Test*)**

Uji parameter model dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu validasi variabel input dan validasi logika dalam hubungan antar variabel. Validasi variabel input dilakukan dengan membandingkan data historis nyata dengan data yang diinput ke dalam model. Sedangkan validasi logika antar variabel dilakukan dengan melakukan *check* logika yang ada di dalam sistem, baik input maupun *output*. Dapat dicontohkan apabila variabel X naik, maka variabel Y juga naik (jika memiliki hubungan kausal positif) dan sebaliknya. Logika ini juga harus terbukti dalam model simulasi yang di *running*.

### **2.6.3 Uji Kecukupan Batasan (*Boundary Adequancy Test*)**

Setiap variabel yang berkaitan dengan model harus dimasukkan karena merupakan representasi dari sistem nyata. Sistem dinamik tidak ada batasan model yang digunakan, namun hanya dibatasi uji kecukupan batasan. Uji ini dilakukan dengan menguji variabel apakah memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tujuan model yang dibuat. Apabila tidak memiliki pengaruh yang signifikan, maka variabel tidak perlu dimasukkan ke dalam model.

### **2.6.4 Uji Kondisi Ekstrim (*Extreme Condition Test*)**

Uji kondisi ekstrim bertujuan untuk menguji kemampuan model apakah berfungsi dengan baik ketika mendapati kondisi ekstrim sehingga memberi kontribusi sebagai instrumen evaluasi kebijakan. Pengujian ini dilakukan dengan memasukkan nilai ekstrim terbesar maupun terkecil pada variabel terukur dan terkendali.

## **2.7 Penelitian Sebelumnya**

Berikut ini adalah penelitian-penelitian yang pernah dilakukan yang pernah dilakukan mengenai ketahanan pangan:

Tabel 2.12 Penelitian Sebelumnya

No	Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
1	Fatimah Mohamed Arshad, Emmy Farha Alias, Kusairi Mohd Noh (2011)	Menguji apakah Malaysia mampu memenuhi kebutuhan pangan mereka sebanyak 70% hingga tahun 2020	Sistem Dinamik	Malaysia mungkin dapat mempertahankan dalam pemenuhan beras sebanyak 70% hingga tahun 2020. Dengan memperhatikan dua aspek yaitu target meningkatkan produktivitas dan meningkatkan dana Litbang
2	Teten W. Avianto, Utomo Sarjono Putro dan Pri Hermawan (2017)	Mendeskripsikan ketahanan pangan secara komprehensif, membangun suatu sistem pendukung keputusan dengan membandingkan karakteristik tiap provinsi agar mendapatkan kesamaan diantara seluruh provinsi	Sistem Dinamik	Kebijakan keamanan pangan di Indonesia membutuhkan metode yang bisa menggambarkan penyebab masalah, karena kebijakan tersebut bisa diintervensi pada provinsi yang tepat dan pada waktu yang tepat. Penelitian ini mengusulkan metode baru yaitu dinamika sistem spasial. Metode ini dirancang untuk menggambarkan dan mensimulasikan perilaku makanan dari waktu ke waktu dan ruang, berdasarkan keputusan manusia. Metode ini akan membentuk model yang komprehensif, dan menyajikan simulasi dinamis ketahanan pangan di masing-masing daerah. Dinamika sistem spasial pada keamanan pangan di Indonesia dapat digunakan sebagai alat untuk menentukan kebijakan nasional.
3	Guma, Isdore Peterson, dkk (2016)	Mengevaluasi keamanan pangan dan model sistem dinamik untuk kebijakan dan strategi intervensi demi kehidupan rumah tangga (household)	Sistem Dinamik	Menggabungkan tanaman dan hewan ternak yang nantinya akan memenuhi kebutuhan pangan di masa depan. Fokus penelitian selanjutnya diharapkan lebih fokus terhadap kebijakan yang membuat sistem pangan lebih tangguh daripada efisien. Diperlukan dua solusi yaitu pemodelan penanaman komersial dan hewan ternak sebagai sarana pemberdayaan dan memastikan kedua bahan pangan tersebut aman jumlahnya untuk ketahanan pangan.
4	Muhammad Isaini dan Erma Suryani (2012)	Perancangan model sistem dinamik untuk analisis ketersediaan pangan (umbi-umbian) sebagai pengganti beras untuk mencukupi kebutuhan pangan	Sistem Dinamik	Ubi kayu dan ubi jalar belum mampu memenuhi kebutuhan pangan sebagai pengganti beras. Dalam memenuhi kebutuhan pangan pemerintah harus melakukan perluasan lahan tanam ubi jalar sebesar 208,035 Ha. Selain perluasan lahan penggunaan bibit unggul untuk ubi kayu dapat menghasilkan 360 kuintal/ha dan ubi jalar 300-350 kuintal/ha.

No	Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
5	I Nyoman Gede Ustriyana (2015)	Menemukan desain stok beras untuk Provinsi Bali, Indonesia dan mengetahui titik maksimal produksi beras di Bali dan juga memproyeksikan kebutuhan beras Mendatang	Sistem Dinamik	Simulasi model dengan skenario gabungan seperti intensifikasi pertanian, penambahan jumlah lahan sawah diperlukan untuk mengatasi ancaman krisis pangan di Bali untuk kedepan.
6	Jianling Xu dan Yi Ding (2015)	Memahami total biaya rantai pasok dan memprediksi hasil kebijakan dalam skenario yang berbeda untuk mendapatkan kebijakan swasembada di Jiangsu dengan modernisasi pertanian yang dinamis	Sistem Dinamik	Ketahanan pangan di Juangsu dengan tingkat swasembada 68,3% dapat dikatakan tidak aman. Sehingga untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakat Jiangsu menjadi sangat sulit jika mereka hanya bergantung pada pasokan gandum saat ini. Masalah ini dapat teratasi dengan meningkatkan luasan tanam gandum serta meningkatkan produktiitas tanaman gandum.
7	Guma, Isdore Peterson, dkk (2016)	Memahami tantangan ketahanan pangan di tingkat pertanian subsistem menggunakan sistem dinamik	Sistem Dinamik	Hasil simulasi menunjukkan bahwa dalam jangka waktu tiga tahun (36 bulan), petani bisa memperoleh rata-rata 3.700.000 = (\$ 1000) per musim dari 1,5 hektar. Hal ini meningkatkan peningkatan 180% pendapatan petani.
8	Mesfin Shale, Kumelachew, Osamu Saito (2018)	Mengukur dan memetakan persediaan dan permintaan makanan asli dari Southern Ethiopia, kocho.	GIS	Hasil rata-rata dari Kocho adalah 16,2 kg/tanaman setara dengan 417 t0n/ha. Hasil tiap tahun adalah 6.500 kg/ha dan persediaan Kocho sebesar 4.5 juta ton. <i>Demand</i> kocho per orang dapat di penuhi oleh 16 tanaman Enset hanya 38% yang mampu memenuhi permintaan mereka dari kebun mereka sendiri.
9	Huan Li dan Xiaoling Zhang (2017)	Menerapkan metode EPIC dengan metode GIS untuk memprediksi tingkat produksi tanaman demi memenuhi ketahanan pangan 6 tanaman pokok di Afrika. Serta menghitung kecukupan kalori masyarakat Afrika, dan memberikan rekomendasi peningkatan ketahanan pangan di Afrika.	GIS-EPIC CCDM	Menggabungkan model GEPIC dan CCDM menghasilkan informasi lebih akurat dalam pembuatan kebijakan. Ketika di terapkan di Afrika informasi yang didapat adalah: <ul style="list-style-type: none"> <li>. Distribusi tanaman yang berbeda zonalitas</li> <li>. Distribusi berbagai tanaman tidak berubah secara signifikan dari 1993 hingga 2012, tetapi total panen luas penanaman menurun, terutama di bagian tengah Afrika</li> <li>. Populasi kurang gizi meningkat, tetapi proporsi kekurangan gizi orang menurun</li> </ul>

No	Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
				<p>. Reformasi penguasaan lahan dan bantuan pangan internasional telah memberikan kontribusi besar bagi peningkatan ketahanan pangan.</p> <p>Dengan menggunakan metode ini, dapat memprediksi berapa jumlah makanan yang dapat ditanam di bagian Afrika yang subur dan dipasok ke negara bagian yang kekurangan bahan makanan.</p>
10	Kym Anderson dan Anna Strutt (2014)	Memproyeksikan ekonomi China hingga 2030, mengevaluasi intervensi prospektif yang dilakukan pemerintah untuk mengatasi masalah ketahanan pangan dan ketimpangan pendapatan.	GTAP	Cara-cara alternatif untuk mencapai tujuan mendasar pangan nasional keamanan dan ketimpangan pendapatan desa-kota yang kurang, yaitu melalui jaring pengaman sosial generik dan peningkatan infrastruktur pedesaan

Tabel 2.13 Posisi Penelitian

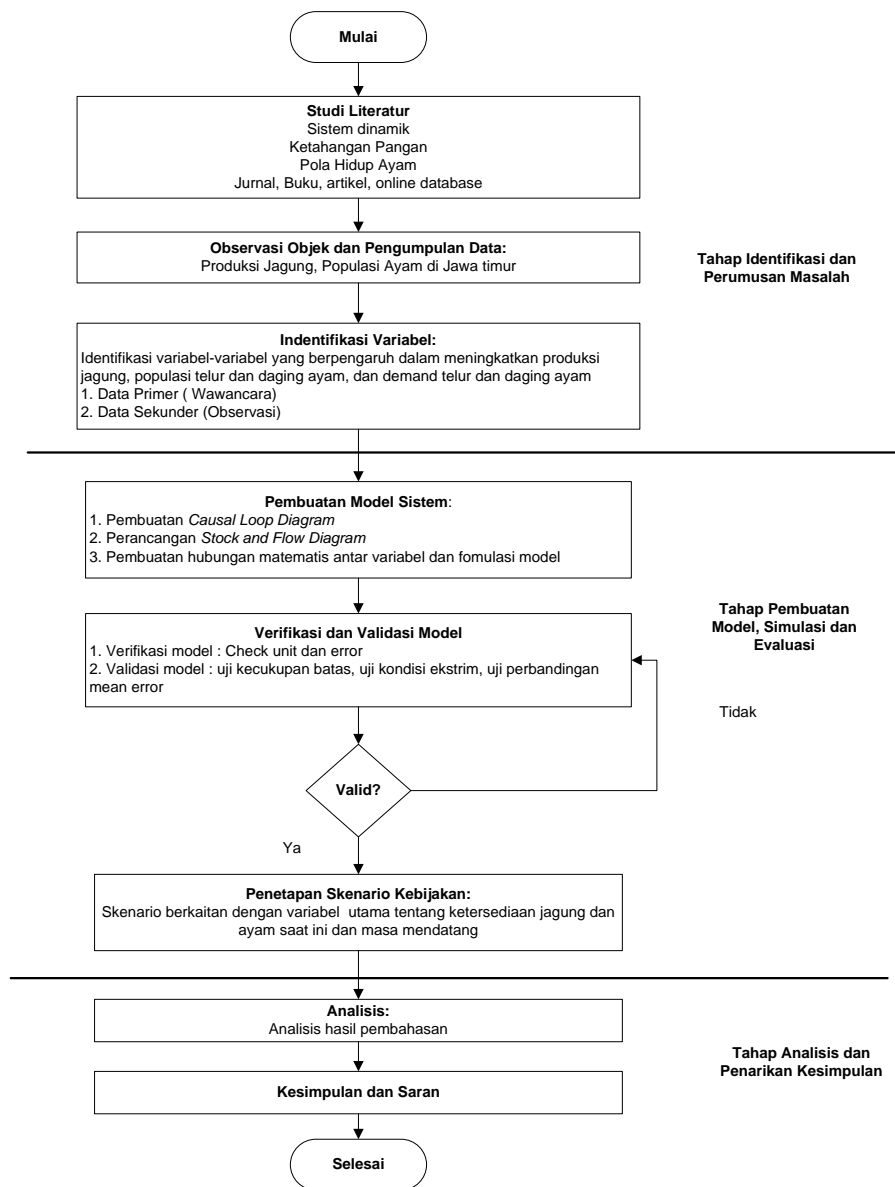
No	Pengarang	Metode				Komoditas				Ket
		Sistem Dinamik (SD)	GIS	GTAP	GIS-based EPIC model; CCDM (Crop Choice Decision Model)	Beras/ Gandum/ Kocho Makanan Pokok	Telur Ayam	Daging Ayam	Jagung	
1	Fatimah Mohamed Arshad, Emmy Farha Alias, Kusairi Mohd Noh (2011)	√				√				Beras
2	Teten W. Avianto, Utomo Sarjono Putro dan Pri Hermawan (2017)	√				√				Beras
3	Guma, Isdore Peterson, dkk (2016)	√				√				
4	Muhammad Isaini dan Erma Suryani (2012)	√				√				Makanan Pokok
5	I Nyoman Gede Ustriyana (2015)	√				√				Beras
6	Jianling Xu dan Yi Ding (2015)	√				√				Gandum
7	Guma, Isdore Peterson, dkk (2016)	√				√				Makanan Pokok
8	Mesfin Shale, Kumelachew, Osamu Saito (2018)		√			√				Kocho/ Enset
9	Huan Li dan Xiaoling Zhang (2017)				√	√				6 makanan Pokok
10	Kym Anderson dan Anna Strutt (2014)			√		√				Makanan Pokok (Produk Pertanian)
11	Granita Hajar (2019)	√					√	√	√	

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai metodologi penelitian yang akan digunakan. Bab ini akan berisi langkah-langkah dalam melakukan penelitian. Metodologi penelitian digunakan sebagai pedoman terhadap peneliti agar sesuai alur yang telah ditentukan. Gambar 3.1 merupakan *flowchart* yang menggambarkan alur metodologi penelitian ini.



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian

### **3.1 Studi Literatur**

Pada tahap ini dilakukan studi literatur mengenai teori-teori yang digunakan dalam penelitian melalui referensi buku, jurnal, maupun artikel. Teori-teori ini yang berkaitan dengan teori ketahanan pangan, sistem dinamik dan konsep simulasi, kondisi peternakan ayam, siklus hidup ayam serta berbagai penelitian terdahulu untuk menentukan gap dan posisi penelitian.

### **3.2 Observasi Objek dan Pengumpulan Data**

Observasi objek dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui, memahami dan masalah yang sedang terjadi dengan komoditas pangan telur ayam dan daging ayam. Selain itu untuk menemukan keterkaitan dengan komoditas jagung yang digunakan sebagai bahan baku pakan ternak ayam, juga melihat entitas yang terkait dengan penelitian dan hubungannya. Pengumpulan data dilakukan dengan dua cara yaitu data primer dan sekunder.

Pengumpulan data primer didapatkan dari:

- Wawancara peternak ayam yang berada di kabupaten Malang
- Wawancara petani jagung di Blitar
- Wawancara perusahaan pakan ternak
- Wawancara dokter hewan

Sedangkan data sekunder didapatkan dengan dari:

- Dinas Peternakan Provinsi Jawa Timur
- Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Jawa Timur
- Badan Pusat Statistik
- Data perusahaan pakan ternak

### **3.3 Identifikasi Variabel**

Pada tahap ini dilakukan identifikasi variabel yang berpengaruh dalam penelitian. Identifikasi variabel ini digunakan untuk dijadikan input awal dalam permodelan namun belum dapat dilihat hubungan yang terjadi antar variabel. Identifikasi variabel didapatkan melalui pengamatan kondisi *existing* di lapangan, dengan melakukan wawancara kepada *expert* terkait variabel yang akan di



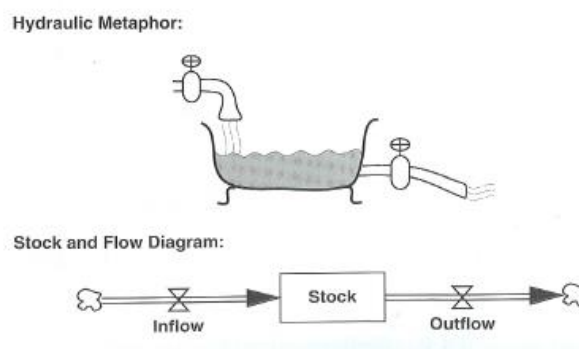
masukkan ke dalam model simulasi. Penggalan informasi didapatkan dari *expert* di bidang peternak ayam, perusahaan pakan ternak, Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan, dan Dinas Peternakan Jawa Timur.

### 3.4 Pembuatan *Causal Loop Diagram*

Pada tahap pembuatan *causal loop diagram*, data-data yang didapatkan dari identifikasi variabel disusun berdasarkan pola interaksinya. Variabel yang digunakan pada tahapan ini bersifat umum sedangkan untuk detailnya digunakan dalam perancangan *stock flow diagram*.

### 3.5 Perancangan *Stock Flow Diagram*

Dalam perancangan *stock flow diagram* dilakukan formulasi secara sistematis hubungan antar variabel yang telah digambarkan pada *causal loop diagram*. Dalam penelitian ini menggunakan software simulasi *Stella* yang digunakan untuk membantu dalam memodelkan sistem. Setiap variabel yang menunjukkan akumulasi disebut sebagai *stock*, sedangkan aktivitas sistem variabel pada setiap periode waktu disebut dengan *flow*. Berikut adalah gambaran ilustrasi hubungan *stock* dan *flow*:



Gambar 3.2 Ilustrasi Konsep *Stock* dan *Flow*

Dalam Gambar 3.2 sebagai sebuah bak mandi, dimana kran air yang masuk ke bak mandi adalah *inflow*, sedangkan kran air keluar dari bak mandi adalah *outflow*. Dalam ilustrasi ini bak mandi disebut dengan *stock* yang mewakili nilai antara waktu  $t$  ke 0 dan  $t$  ke- $n$

### 3.6 Verifikasi dan Validasi Model

Model diverifikasi dengan melakukan *check unit* dan *check error*. Setelah dilakukan verifikasi model selanjutnya dilakukan validasi. Pengujian validasi melalui uji kecukupan batasan uji kecukupan batasan (*boundary adequacy test*), uji penilaian struktur (*structure assesment test*), uji penilaian parameter (*parameter assesment test*), uji kondisi ekstrim (*extreme condition test*) dan uji perbandingan *mean* (*mean comparison test*). Uji perbandingan *mean* dilakukan untuk memvalidasi apakah model sudah mampu mewakili sistem nyata, uji ini dilakukan dengan cara menghitung persentasi *mean error* anantara data *actual* dengan data hitung. Menurut (Barlas, 1996) Model dianggap valid dengan syarat nilai *Error* kurang dari 5% . Pengujian perbandingan *mean* didefinisikan sebagai berikut:

$$E = \frac{\bar{S} - \bar{A}}{\bar{A}} \dots\dots\dots (3.1)$$

$$\bar{S} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n S_i \dots\dots\dots (3.2)$$

$$\bar{A} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n A_i \dots\dots\dots (3.3)$$

Dimana:

- E = *Percent Error Mean*
- S = nilai rata-rata data simulasi
- A = nilai rata-rata data aktual

### 3.7 Penetapan Skenario Kebijakan

Penetapan skenario dilakukan untuk meningkatkan kinerja dari model yang telah dibuat. Penetapan skenario ini memberikan beberapa alternatif terhadap sistem *eksisting* agar mampu menghadapi kondisi dimasa mendatang.

### 3.8 Analisa dan Interpretasi

Pada tahap ini dilakukan analisis dan menginterpretasikan hasil dari simulasi yang telah dilakukan. Analisis dan interpetasi dilakukan sesuai dengan tujuan penelitian.

### **3.9 Penarikan Kesimpulan dan Saran**

Tahapan terakhir dalam penelitian ini melakukan penyusunan kesimpulan dan saran. Kesimpulan didapatkan dari menjawab poin-poin yang telah dirumuskan sebagai tujuan penelitian. Dan saran dapat digunakan untuk penanganan dalam menjaga ketahanan pangan komoditas telur ayam, daging ayam dan jagung dimasa depan.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB 4**

### **IDENTIFIKASI DAN PEMBUATAN MODEL SIMULASI**

Bab ini menjelaskan perancangan model simulasi yang berupa model konseptual, model simulasi dari data yang telah diperoleh dan juga dilakukan verifikasi dan validasi terhadap model sehingga model yang telah dibuat dapat mencerminkan kondisi nyata.

#### **4.1 Deskripsi Objek Penelitian**

Deskripsi objek penelitian terdiri dari gambaran proses peternakan ayam petelur dan ayam pedaging di provinsi Jawa Timur beserta data historisnya. Penelitian ini dilakukan di area Jawa Timur, dimana Jawa Timur merupakan sebuah provinsi di Pulau Jawa, Indonesia. Jumlah penduduk sebesar 39.490.900 jiwa pada tahun 2018. Data historis jumlah penduduk Jawa Timur dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini:

Tabel 4.1 Jumlah Penduduk Jawa Timur (BPS Jatim, 2019)

Tahun	Jumlah Penduduk (Jiwa)
2007	37,794,000.00
2008	37,094,836.00
2009	37,286,200.00
2010	37,565,800.00
2011	38,470,700.00
2012	38,106,600.00
2013	38,363,200.00
2014	38,610,200.00
2015	38,847,600.00
2016	39,075,300.00
2017	39,293,000.00
2018	39,490,900.00

Sebagai gambaran untuk sistem peternakan ayam di Jawa Timur, penelitian ini mengambil contoh pada peternakan ayam petelur dan ayam pedaging

yang berada di Kabupaten Malang. Kabupaten Malang merupakan penghasil telur ayam urutan ketiga dan kedua untuk penghasil daging ayam di Jawa Timur.

Telur dan daging ayam termasuk salah satu makanan yang sering di konsumsi oleh masyarakat dapat dibuktikan dengan masuknya ke dalam data rata-rata pengeluaran per kapita masyarakat. Tabel 4.2 memberikan informasi data distribusi rata-rata pengeluaran penduduk Jawa Timur dalam empat tahun terakhir. Data pengeluaran terbagi menjadi dua pengeluaran rata-rata yaitu pengeluaran makanan dan non makanan. Dalam penelitian ini data untuk makanan yang disajikan hanya pengeluaran untuk produk makanan telur dan daging ayam saja.

Tabel 4.2 Distribusi Rata-rata Pengeluaran Per kapita Penduduk Jawa Timur (BPS-2018e-Provinsi Jawa Timur – Disperindag - Susenas 2008-2017)

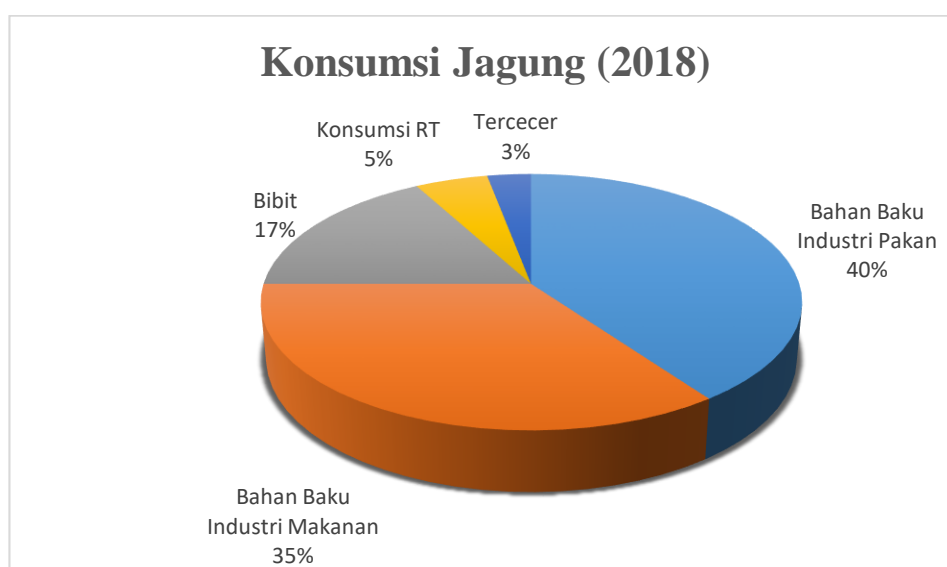
Tahun	Makanan	Bukan Makanan
2014		49.50%
	Daging	1.87%
	• Daging Sapi	0.75%
	• Daging Ayam	0.75%
	Telur dan Susu	3.07%
	• Telur	1.53%
2015		45.87%
	Daging	2.10%
	• Daging Sapi	0.84%
	• Daging Ayam	1.26%
	Telur dan Susu	3.28%
	• Telur	1.64%
2016		49.08%
	Daging	2.19%
	• Daging Sapi	0.88%
	• Daging Ayam	1.31%
	Telur dan Susu	2.94%
	• Telur	1.47%
2017		50.79%
	Daging	2.39%
	• Daging Sapi	0.96%
	• Daging Ayam	1.43%
	Telur dan Susu	2.87%
	• Telur	1.44%

Provinsi Jawa Timur merupakan penghasil produksi jagung terbesar di Indonesia, Jawa Timur berkontribusi hingga 31% dari total produksi nasional. Tabel 4.3 menyajikan produksi jagung Jawa Timur dalam beberapa tahun terakhir.

Tabel 4.3 Produksi Jagung Jawa Timur (BPS-Dinas Pertanian Jawa Timur)

Tahun	Produksi (ton)
2008	4,256,400.24
2009	5,054,965.97
2010	5,270,934.90
2011	5,584,281.24
2012	5,442,364.76
2013	6,298,192.53
2014	5,757,811.20
2015	5,734,971.00
2016	6,128,952.70
2017	6,279,781.09

Konsumsi hasil produksi jagung bukan hanya di peruntukkan untuk konsumsi masyarakat saja, melainkan digunakan untuk bahan baku untuk industri pakan ternak, bahan baku industri makanan dan juga dipergunakan untuk bibit jagung kembali. Industri pakan ternak sendiri membutuhkan rata-rata sebesar 3,000,000 ton per tahun untuk bahan baku produksi mereka. Gambar 4.1 memberikan informasi konsumsi jagung provinsi Jawa Timur dari berbagai pihak.



Gambar 4.1 Konsumsi Jagung Jawa Timur

Selain menjadi produsen jagung terbesar, provinsi Jawa Timur juga menjadi produsen pakan terbesar di Indonesia. Sehingga kebutuhan bahan baku jagung yang digunakan untuk pakan harus terpenuhi walaupun dalam kenyataannya pelaku bisnis industri pakan ternak sering mengeluhkan kelangkaan jagung di Jawa Timur sehingga mereka diharuskan mengambil jagung dari daerah lain, seperti Dompu, Kalimantan, Nusa Tenggara Timur dan lain sebagainya. Tabel 4.4 memberikan informasi mengenai jumlah industri dan kapasitas produksi pakan ternak di berbagai wilayah di Indonesia.

Tabel 4.4 Jumlah dan Kapasitas Industri Pakan Ternak (Data olahan - Disperindag Indonesia)

Wilayah	Jumlah	Kapasitas Produksi (Juta ton/Tahun)
Sumatera Utara	11	2.5
Sumatera Barat, Selatan, Lampung	5	1.75
Banten, Jawa Barat, DKI	30	7.4
Jawa Tengah	8	1.7
Jawa Timur	24	6
Kalimantan	2	0.3
Sulawesi	5	1.25

Industri pakan ternak bukan hanya memproduksi pakan untuk ayam saja, namun juga pakan ternak untuk lainnya, seperti pakan ternak untuk burung puyuh, babi, sapi maupun itik. Sebagai salah satu contoh pabrik pakan ternak terbesar di Jawa Timur memproduksi pakan ternak ayam sebesar 60% dan sisanya untuk pakan ternak selain ayam. Sebagai produsen penghasil pakan ternak terbesar, industri pakan ternak di provinsi Jawa Timur bukan hanya menyediakan kebutuhan konsumen dari dalam Jawa Timur saja namun juga memenuhi permintaan konsumen dari luar daerah bahkan mampu melakukan ekspor ke negara tetangga seperti Timor Leste.

Ayam petelur dan ayam pedaging memiliki karakteristik pakan yang berbeda dalam setiap fase pertumbuhan. Tabel 4.5 merupakan informasi pembagian



produksi dari beberapa pabrik pakan di Jawa Timur di sesuaikan dengan kebutuhan masing-masing ayam tersebut.

Tabel 4.5 Data Perbandingan Produksi Industri Pakan

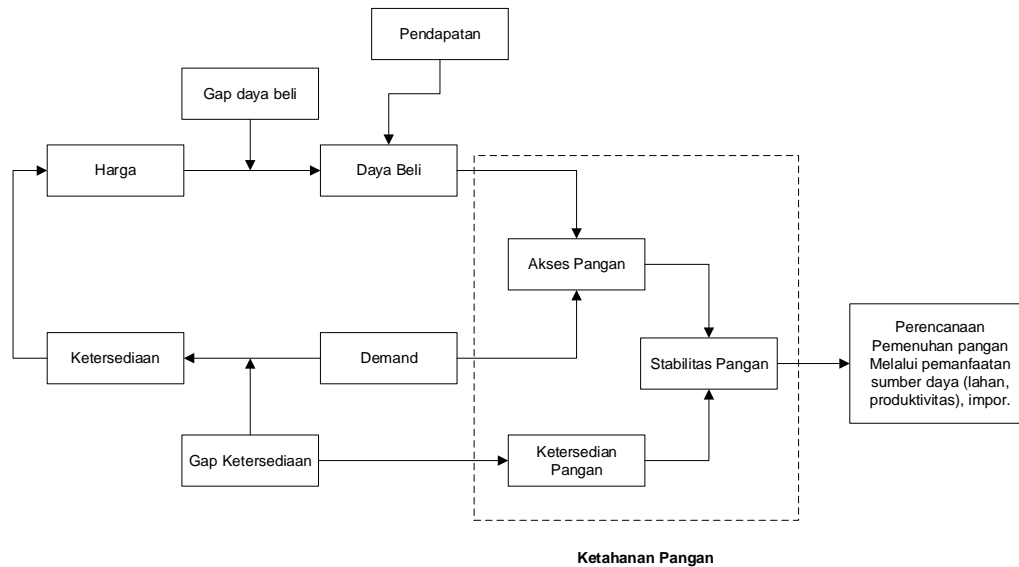
No	Fase	Ayam Petelur	Ayam Pedaging
1	<i>Starter</i>	10%	30%
2	<i>Grower</i>	20%	70%
3	<i>Finisher</i>	70%	-
Total		100%	100%

## 4.2 Model Konseptual

Perancangan model sistem simulasi dinamik membutuhkan pemahaman yang baik terhadap sistem amatan yang akan dimodelkan agar model yang dibangun mampu merepresentasikan kondisi sebenarnya. Dalam perancangan model sistem dilakukan beberapa langkah yaitu, identifikasi variabel, penyusunan *causal loop diagram* dan *stock flow diagram* yang telah di verifikasi dan validasi. Tahap awal yaitu melakukan perancangan kerangka berfikir dalam menentukan kebijakan ketahanan pangan komoditas ayam (telur dan daging ayam).

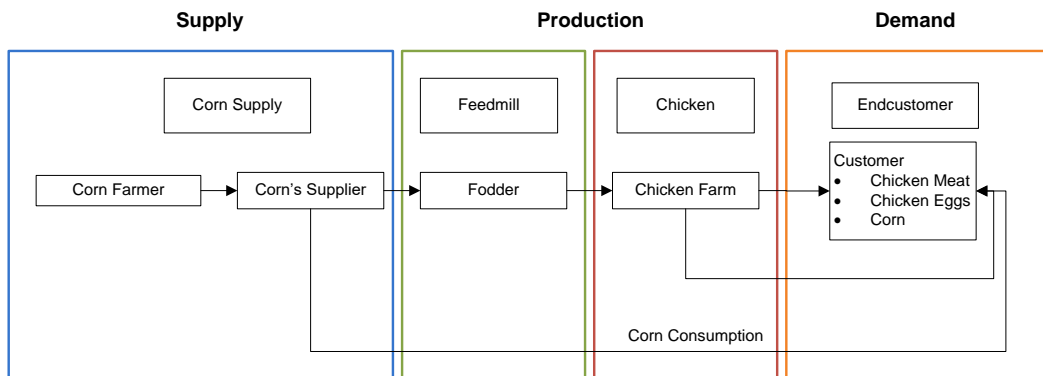
Dalam kerangka berfikir ketahanan pangan komoditas ayam, pemenuhan ketersediaan pangan telur dan daging ayam dipengaruhi oleh hasil produksi dan konsumsi masyarakat (*demand*). Akses pangan yang merupakan kemampuan masyarakat dalam membeli pangan dalam memenuhi kebutuhan mereka, dipengaruhi oleh pendapatan dan juga harga jual telur dan daging ayam di pasaran. Apabila ketersediaan pangan dan akses pangan terpenuhi dan dapat dijaga setiap waktu maka stabilitas pangan akan tercapai. Ketika ketersediaan pangan tidak dapat terpenuhi akan menimbulkan *gap* ketersediaan, yaitu selisih dari hasil produksi dan *demand*. *Gap* daya beli akan terjadi apabila kemampuan beli masyarakat lebih rendah daripada harga telur dan daging ayam dipasaran. Daya beli masyarakat dipengaruhi oleh pendapatan. Sehingga penentuan kebijakan dalam melakukan pemenuhan ketahanan pangan dapat dilakukan dengan pemanfaatan sumber daya seperti peningkatan produktivitas lahan jagung dan ayam, dan juga melakukan kebijakan impor. Gambar 4.2 merupakan kerangka berfikir model sistem ketahanan pangan terhadap pemenuhan ketersediaan komoditas ayam.

### Kerangka Berfikir Kebijakan Ketahanan Pangan



Gambar 4.2 Kerangka Berfikir Ketahanan Pangan Komoditas Ayam

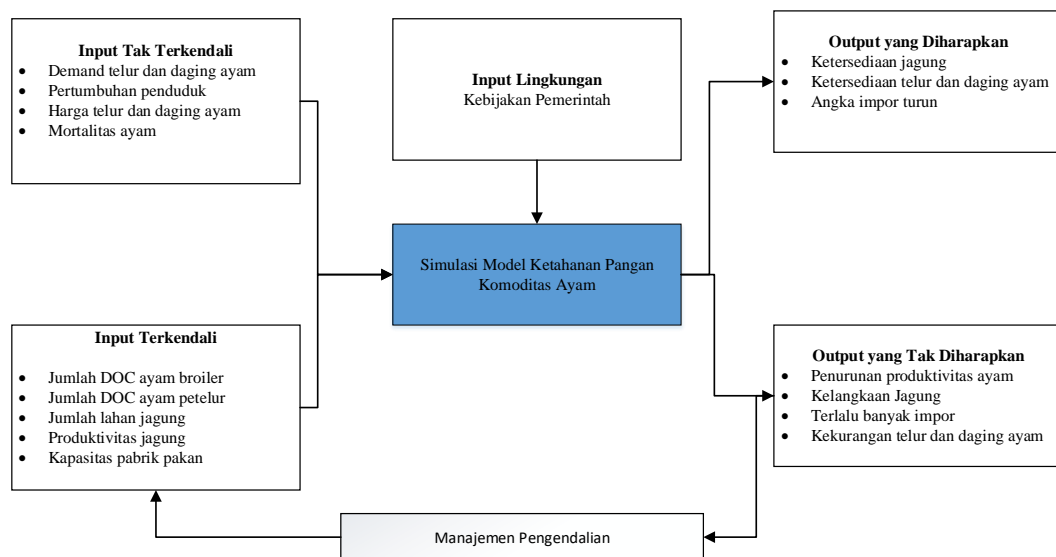
Selain melakukan konseptualisasi terhadap model sistem ketahanan pangan, diperlukan juga pemetaan sistem rantai pasok telur ayam, daging ayam dan jagung. Pemetaan dilakukan untuk mempermudah dalam pembuatan model selanjutnya. Dalam model ini, sistem rantai pasok terdiri dari sistem *supply*, sistem *production* dan sistem *demand*. Setiap rantai pasok tersebut masing-masing memiliki submodel yaitu *corn supply* merupakan submodel dari sistem *supply*, *feed mill* dan *chicken* merupakan submodel dari sistem *production* dan *endcustomer* merupakan submodel dari sistem *demand*. Gambar 4.3 menggambarkan pemetaan sistem rantai pasok telur, daging ayam dan jagung yang dapat digunakan untuk membuat *causal loop diagram*.



Gambar 4.3 Pemetaan Sistem Rantai Rantai Pasok Telur ayam, Daging Ayam dan Jagung

#### 4.2.1 Diagram *Input Output*

Diagram *input output* disusun untuk mendeskripsikan variabel *input* dan *output* dari sistem secara sistematis. Dalam diagram *input output*, variabel-variabel yang ada diklasifikasikan menjadi *input* terkendali, *input* tak terkendali, *output* terkendali, *output* tak terkendali dan lingkungan. Diagram *input output* dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 4.4 berikut ini:



Gambar 4.4 Diagram *Input Output*

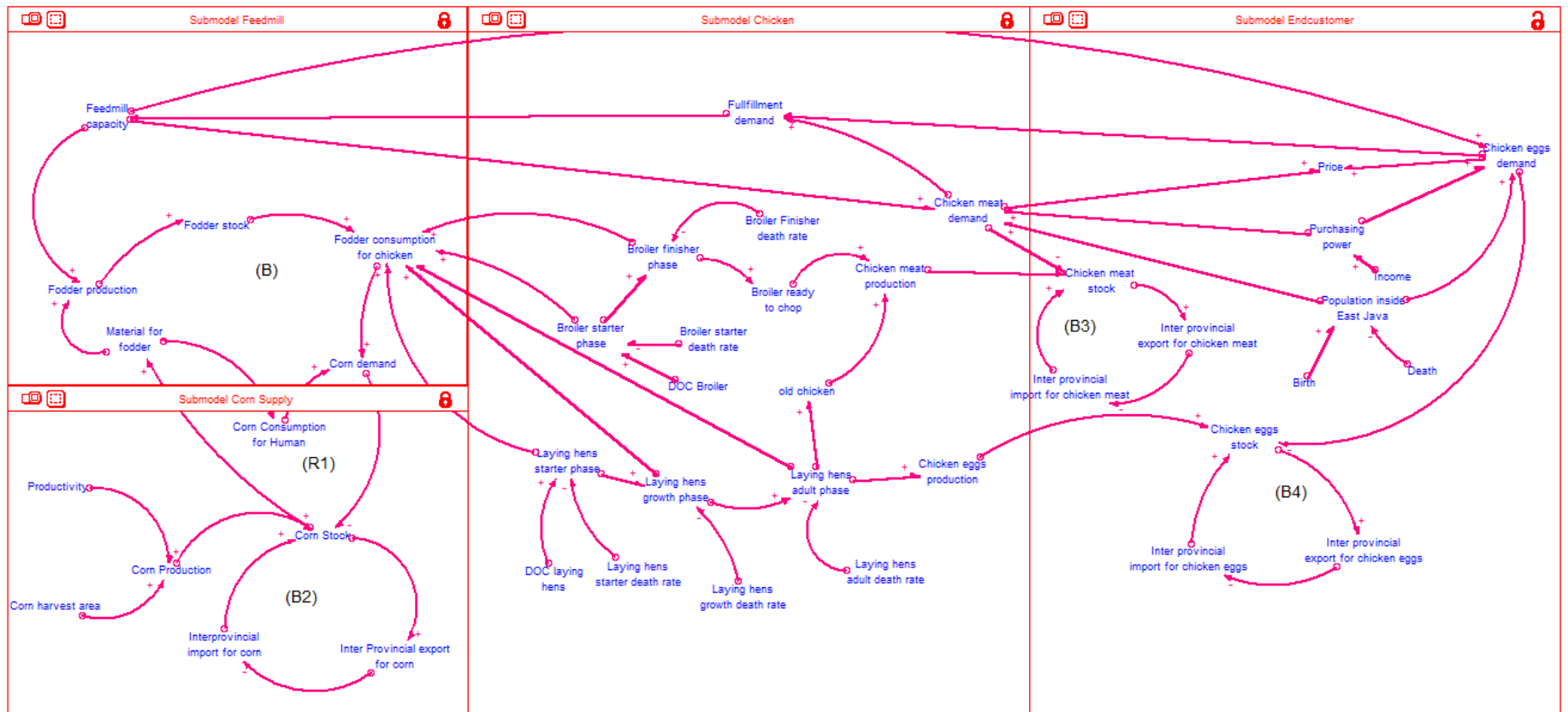
*Input* terkendali merupakan *input* variabel yang dapat dikendalikan dalam penelitian ini. Berdasarkan diagram *input-output* pada Gambar 4.4 variabel *input* terkendali meliputi DOC ayam pedaging maupun ayam petelur, kapasitas pabrik pakan, jumlah lahan jagung, dan produktivitas lahan jagung. *Input* terkendali ini yang akan digunakan dalam pembentukan skenario ketersediaan komoditas ayam. Sedangkan *input* tak terkendali merupakan inputan yang tidak dapat dikendalikan dalam model, sebagai contoh yaitu harga telur dan daging yang yang dipengaruhi oleh banyaknya stok yang ada.

*Output* yang diharapkan dalam penelitian ini adalah ketersediaan jagung, ketersediaan telur dan daging ayam dan juga penurunan angka impor jagung. Impor yang dimaksud dalam penelitian ini bukan hanya impor dari luar negeri namun juga impor antar provinsi. *Output* yang tidak diharapkan dalam penelitian ini yaitu

penurunan produktivitas ayam, angka impor tinggi dan kekurangan telur dan daging ayam.

#### **4.2.2 Causal Loop Diagram**

Setelah melakukan identifikasi variabel selanjutnya dilakukan penyusunan *causal loop diagram*. *Causal loop diagram* merupakan hubungan sebab akibat yang digunakan untuk menggambarkan keterkaitan antar variabel yang ada dalam sistem amatan dan juga pengaruh antar variabel tersebut. Dalam *causal loop diagram*, antar variabel digambarkan dengan anak panah, anak panah positif (+) menunjukkan bahwa hubungan yang berbanding lurus yaitu apabila terdapat penambahan nilai pada variabel tersebut akan menyebabkan penambahan nilai pada variabel yang dipengaruhinya. Anak panah negatif (-) menunjukkan bahwa hubungan yang berbanding terbalik yaitu apabila terdapat penambahan nilai pada variabel tersebut akan menyebabkan pengurangan nilai pada variabel yang di pengaruhinya dan sebaliknya. Variabel-variabel yang berpengaruh terhadap ketersediaan telur dan daging ayam dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Causal Loop Diagram Ketahanan Pangan Komoditas Ayam

Dalam *causal loop* diagram pada Gambar 4.5 diidentifikasi terdapat 5 *loop*, terdiri dari 4 *balancing loop* dan 1 *reinforcing loop* sebagai berikut:

- *Balancing Loop 1 = Fodder stock* → *fodder consumption for chicken (+)* → *Corn demand (+)* → *Corn stock (-)* → *Material for fodder(+)* → *Fodder production (+)* → *Fodder stock (+)*
- *Balancing Loop 2 = Corn stock* → *Inter provincial export for corn (+)* → *Inter provincial import for corn (-)* → *Corn stock (+)*
- *Reinforcing Loop 1 = Corn demand* → *Corn stock (-)* → *material for fodder (+)* → *Corn for human (-)*
- *Balancing Loop 3 = Chicken eggs stock* → *Inter provincial export for eggs (+)* → *Inter provincial import for eggs (-)* → *Chicken eggs stock(+)*
- *Balancing Loop 4 = Chicken meat stock* → *Inter provincial export for meat (+)* → *Inter provincial import for meat (-)* → *Chicken meat stock(+)*

### 4.2.3 Identifikasi Variabel

Identifikasi variabel dilakukan agar dapat memperoleh pemahaman yang lebih mendalam dari sistem amatan. Variabel-variabel yang akan diidentifikasi adalah terkait dengan variabel yang memberikan pengaruh sebab akibat pada ketersediaan telur dan daging ayam. Identifikasi variabel ini akan di bagi menjadi empat submodel, hasil identifikasi variabel-variabel didefinisikan kedalam masing-masing Tabel submodel berikut ini:

#### 4.2.3.1 Submodel Feed mill

Submodel *feed mill* (industri pakan ternak) terdiri dari variabel-variabel yang menggambarkan seberapa besar kebutuhan jagung untuk memproduksi pakan ternak dan seberapa besar pakan ternak yang dapat di produksi. Tabel 4.6 mendefinisikan variabel-variabel yang ada pada submodel *feed mill*.

Tabel 4.6 Identifikasi Variabel Submodel *Feed mill*

No.	Variabel	Definisi	Satuan	Model Building
1	<i>Capacity of feed mill</i>	Kapasitas pabrik pakan	Kg	<i>Converter</i>
2	<i>Corn material</i>	Jumlah komposisi jagung untuk bahan baku pakan ternak	Kg	<i>Converter</i>
3	<i>Other material</i>	Jumlah komposisi selain jagung untuk bahan baku pakan ternak	Kg	<i>Converter</i>
4	<i>Fulfillment corn for fodder</i>	Jumlah pemenuhan jagung untuk pakan	Kg	<i>Converter</i>
5	<i>Inter-provincial import corn for fodder</i>	Jumlah jagung yang di impor antar provinsi untuk memenuhi kebutuhan industri pakan ternak	Kg	<i>Converter</i>
6	<i>Fodder production rate</i>	Laju besarnya pakan ternak yang dapat di produksi per satuan waktu	Kg/waktu	<i>Flow</i>
7	<i>Fodder stock</i>	Jumlah stok pakan yang tersedia	Kg	<i>Stock</i>
8	<i>Fodder for non-chicken rate</i>	Laju besarnya pakan ternak selain untuk ayam	Kg/waktu	<i>Flow</i>
9	<i>Proportion for non chicken</i>	Proporsi pakan ternak selain ayam	Unitless	<i>Converter</i>
10	<i>Fodder stock for chicken</i>	Jumlah pakan ayam yang tersedia	Kg	<i>Stock</i>
11	<i>Fodder stock East Java rate</i>	Laju besarnya pakan ternak untuk Jawa Timur	Kg/waktu	<i>Flow</i>
12	<i>Fodder stock for inside East Java</i>	Jumlah pakan ayam yang tersedia untuk Jawa Timur	Kg	<i>Stock</i>
13	<i>Fodder for Broiler</i>	Jumlah pakan untuk ayam pedaging	Kg	<i>Converter</i>
14	<i>Fodder for broiler starter phase</i>	Jumlah pakan untuk ayam pedaging fase <i>starter</i>	Kg	<i>Converter</i>
15	<i>Fodder for broiler finisher phase</i>	Jumlah pakan untuk ayam pedaging fase <i>finisher</i>	Kg	<i>Converter</i>

Tabel 4.6 Identifikasi Variabel Submodel *Feed mill* (lanjutan)

No.	Variabel	Definisi	Satuan	Model Building
16	<i>Fodder for Laying hens</i>	Jumlah pakan ternak untuk ayam petelur	Kg	<i>Converter</i>
17	<i>Fodder for laying hens starter phase</i>	Jumlah pakan ternak untuk ayam petelur fase <i>starter</i>	Kg	<i>Converter</i>
18	<i>Fodder for laying hens grower phase</i>	Jumlah pakan ternak untuk ayam petelur fase <i>grower</i>	Kg	<i>Converter</i>
19	<i>Fodder for laying hens adult phase</i>	Jumlah pakan ternak untuk ayam petelur fase dewasa	Kg	<i>Converter</i>
20	<i>Chicken Consumption</i>	Jumlah kebutuhan pakan ayam	Kg	<i>Converter</i>

*Fodder stock East Java* merupakan stok pakan ternak yang didistribusikan ke daerah Jawa Timur. *Corn material* merupakan banyaknya jagung yang digunakan untuk bahan baku pakan. *Other material* merupakan komposisi pendukung lainnya selain jagung dalam proses produksi pakan.

#### 4.2.3.2 Submodel *Corn Supply*

Submodel *corn supply* (jagung) menggambarkan variabel-variabel yang berkaitan dengan proses produksi jagung. Submodel ini dipengaruhi oleh lahan jagung yang tersedia dan produktivitas jagung. Tabel 4.7 mendeskripsikan variabel-variabel yang terdapat pada submodel *corn supply*.

Tabel 4.7 Variabel Submodel *Corn Supply*

No.	Variabel	Definisi	Satuan	Model Building
1	<i>Corn harvest area high</i>	Jumlah lahan berproduktivitas tinggi yang tersedia	Hektar	<i>Stock</i>
2	<i>High area growth</i>	Tingkat pertumbuhan lahan	Unitless	<i>Converter</i>
3	<i>High area growth rate</i>	Laju pertumbuhan lahan jagung pada lahan berproduktivitas tinggi	Hektar/waktu	<i>Flow</i>



Tabel 4.7 Variabel Submodel *Corn Supply* (lanjutan)

No.	Variabel	Definisi	Satuan	Model Building
4	<i>High area reduction rate</i>	Reduksi lahan per satuan waktu	Hektar/waktu	<i>Flow</i>
5	<i>Reduction for building</i>	Reduksi lahan disebabkan oleh pembangunan	Unitless	<i>Converter</i>
6	<i>Productivity high</i>	Produktivitas lahan dalam menghasilkan jagung	kg/hektar	<i>Flow</i>
7	<i>High area production</i>	Besarnya lahan berproduktivitas tinggi dapat menghasilkan jagung	ton	<i>Converter</i>
8	<i>Corn harvest area medium</i>	Jumlah lahan berproduktivitas medium yang tersedia	Hektar	<i>Stock</i>
9	<i>Medium area growth</i>	Tingkat pertumbuhan lahan	Unitless	<i>Converter</i>
10	<i>Medium area reduction rate</i>	Laju pertumbuhan lahan jagung pada lahan berproduktivitas medium	Hektar/waktu	<i>Flow</i>
11	<i>Productivity medium</i>	Produktivitas lahan dalam menghasilkan jagung	kg/hektar	<i>Converter</i>
12	<i>Medium area production</i>	Besarnya lahan berproduktivitas medium dapat menghasilkan jagung	kg	<i>Converter</i>
13	<i>Corn harvest area low</i>	Jumlah lahan berproduktivitas rendah yang tersedia	Hektar	<i>Stock</i>
14	<i>Low area growth</i>	Tingkat pertumbuhan lahan	Unitless	<i>Converter</i>
15	<i>Low area reduction rate</i>	Laju pertumbuhan lahan jagung pada lahan berproduktivitas low	Hektar/waktu	<i>Flow</i>
16	<i>Productivity low</i>	Produktivitas lahan dalam menghasilkan jagung	Kg/hektar	<i>Converter</i>
17	<i>Low area production</i>	Besarnya lahan berproduktivitas rendah dapat menghasilkan jagung	Kg	<i>Converter</i>
18	<i>Total corn production</i>	Total hasil produksi jagung semua lahan	Kg	<i>Converter</i>
19	<i>Corn production rate</i>	Laju produksi jagung per satuan waktu	Kg/waktu	<i>Flow</i>
20	<i>Corn stock</i>	Jumlah stok jagung yang tersedia	Kg	<i>Stock</i>

21	<i>Corn consumption</i>	Jumlah jagung yang dikonsumsi	Kg	<i>Flow</i>
22	<i>Corn stock for fodder</i>	Jumlah stok jagung yang tersedia untuk industri pakan ternak	Kg	<i>Stock</i>
23	<i>Corn for fodder rate</i>	Laju jagung untuk pakan ternak	Kg/waktu	<i>Flow</i>

Dalam Tabel 4.7 variabel *corn harvest area* merupakan jumlah lahan jagung yang dapat digunakan untuk menanam jagung. Sedangkan *corn field rate* merupakan laju pertumbuhan lahan jagung setiap tahunnya. *Corn productivity* merupakan produktivitas dari lahan jagung yang dapat menghasilkan jagung.

#### 4.2.3.3 Submodel Chicken

Submodel *Chicken* merupakan submodel gambaran dari proses anak ayam hingga dapat menjadi produk ayam yaitu telur ayam dan daging ayam. Telur ayam dan daging ayam ini akan menjadi stok kebutuhan untuk konsumsi masyarakat. Submodel ayam dibagi menjadi dua, yaitu *broiler* untuk produksi daging ayam dan *laying hens* untuk produksi telur ayam. Tabel 4.8 menguraikan variabel-variabel yang terdapat dalam submodel *chicken broiler* (ayam pedaging) untuk menghasilkan daging ayam.

Tabel 4.8 Variabel Submodel Produksi Daging Ayam

No.	Variabel	Definisi	Satuan	<i>Model Building</i>
1	<i>DOC broiler stock</i>	Jumlah anak ayam pedaging	Ekor	<i>Stock</i>
2	<i>DOC broiler growth rate</i>	Laju penambahan anak ayam pedaging per satuan waktu	Ekor	<i>Flow</i>
3	<i>DOC broiler growth</i>	Tingkat pertumbuhan jumlah anak ayam pedaging	Unitless	<i>Converter</i>
4	<i>DOC broiler death rate</i>	Laju pengurangan anak ayam pedaging per satuan waktu	Ekor/waktu	<i>Flow</i>
5	<i>DOC Broiler mortality</i>	Persentase kematian anak ayam pedaging	Unitless	<i>Converter</i>
6	<i>Broiler starter phase</i>	Jumlah ayam broiler fase starter	Ekor	<i>Stock</i>

Tabel 4.8 Variabel Submodel Produksi Daging Ayam (lanjutan)

No.	Variabel	Definisi	Satuan	<i>Model Building</i>
7	<i>Broiler starter growth rate</i>	Laju penambahan ayam pedaging persatuan waktu	Ekor/waktu	<i>Flow</i>
8	<i>Broiler starter death rate</i>	Laju pengurangan ayam pedaging fase starter	Ekor/waktu	<i>Flow</i>
9	<i>Broiler starter mortality</i>	Persentase kematian ayam pedaging fase starter	Unitless	<i>Converter</i>
10	<i>Broiler starter phase lives</i>	Laju ayam pedaging fase starter yang masih hidup	Ekor/waktu	<i>Flow</i>
11	<i>Broiler finisher phase</i>	Jumlah ayam pedaging fase finisher	Ekor	<i>Stock</i>
12	<i>Broiler finisher death rate</i>	Laju pengurangan ayam pedaging fase finisher	Ekor/waktu	<i>Flow</i>
13	<i>Broiler finisher mortality</i>	Persentase kematian ayam pedaging fase finisher	Unitless	<i>Converter</i>
14	<i>Broiler finisher phase lives</i>	Laju ayam pedaging fase finisher yang masih hidup	Ekor/waktu	<i>Flow</i>
15	<i>Mortality Broiler finisher phase cause fodder</i>	Jumlah ayam pedaging yang mati disebabkan kekurangan pakan	Ekor	<i>Converter</i>
16	<i>Broiler ready to chop</i>	Jumlah ayam pedaging yang siap untuk di potong	Ekor	<i>Converter</i>
17	<i>Broiler consumption</i>	Jumlah kebutuhan pakan ayam pedaging	Kg	<i>Converter</i>
18	<i>Chicken meat stock</i>	Jumlah daging ayam yang tersedia	Kg	<i>Stock</i>
19	<i>Chicken meat production rate</i>	Laju produksi daging ayam per satuan waktu	Kg/waktu	<i>Flow</i>
20	<i>Chicken meat production</i>	Jumlah produksi daging ayam	Kg	<i>converter</i>
21	<i>Chicken meat demand rate</i>	Laju jumlah <i>demand</i> per satuan waktu	Kg/waktu	<i>Flow</i>

Tabel 4.8 Variabel Submodel Produksi Daging Ayam (lanjutan)

No.	Variabel	Definisi	Satuan	Model Building
22	<i>Fulfillment availability chicken meat</i>	Jumlah pemenuhan daging ayam	Kg	<i>Converter</i>
23	<i>Chicken meat GAP Meat demand</i>	Jumlah GAP antara permintaan sesungguhnya dengan kemampuan beli masyarakat	Kg	<i>Converter</i>
24	<i>Chicken meat demand East Java</i>	Jumlah permintaan daging ayam dari dalam Jawa Timur	Kg	<i>Converter</i>
25	<i>Chicken meat demand outside East Java</i>	Jumlah permintaan daging ayam dari luar Jawa Timur	Kg	<i>Converter</i>

Dalam Tabel 4.8 *DOC broiler* merupakan inputan anak ayam pedaging yang berumur sehari dengan satuan ekor. *Converter to kg* merupakan sebuah *converter* satuan dari ayam dengan satuan ekor untuk menjadi satuan kilogram disebabkan dalam pemenuhan kebutuhan permintaan telur dan daging ayam di hitung dalam satuan kilogram. Tabel 4.9 mendeskripsikan variabel-variabel yang terdapat pada submodel *chicken laying hens* (ayam petelur) untuk menghasilkan telur ayam.

Tabel 4.9 Variabel Submodel Produksi Telur Ayam

No	Variabel	Definisi	Unit	Model Building
1	<i>DOC laying hens stock</i>	Jumlah anak ayam petelur	Ekor	<i>Stock</i>
2	<i>DOC laying hens growth rate</i>	Laju penambahan anak ayam petelur per satuan waktu	Ekor	<i>Flow</i>
3	<i>DOC laying hens growth</i>	Tingkat pertumbuhan jumlah anak ayam petelur	Unitless	<i>Converter</i>
4	<i>DOC laying hens death rate</i>	Laju pengurangan anak ayam petelur per satuan waktu	Ekor/waktu	<i>Flow</i>
5	<i>DOC laying hens mortality</i>	Persentase kematian anak ayam petelur	Unitless	<i>Converter</i>

Tabel 4.9 Variabel Submodel Produksi Telur Ayam (lanjutan)

No	Variabel	Definisi	Unit	Model Building
6	<i>Laying hens starter phase</i>	Jumlah ayam petelur fase <i>starter</i>	Ekor	<i>Stock</i>
7	<i>Laying hens starter phase growth rate</i>	Laju penambahan ayam petelur persatuan waktu	Ekor/waktu	<i>Flow</i>
8	<i>Laying hens starter death rate</i>	Laju pengurangan ayam petelur fase <i>starter</i>	Ekor/waktu	<i>Flow</i>
9	<i>Laying hens starter mortality</i>	Persentase kematian ayam petelur fase <i>starter</i>	Unitless	<i>Converter</i>
10	<i>Mortality laying hens starter phase cause fodder</i>	Jumlah ayam petelur fase <i>starter</i> mati disebabkan kekurangan pakan	Ekor	<i>Converter</i>
11	<i>Laying hens starter phase lives</i>	Laju jumlah ayam petelur fase <i>starter</i> yang hidup	Ekor/waktu	<i>Flow</i>
12	<i>Laying hens grower phase</i>	Jumlah ayam petelur fase <i>grower</i>	Ekor	<i>Stock</i>
13	<i>Laying hens grower phase lives</i>	Laju jumlah ayam petelur fase <i>grower</i> yang hidup	Ekor/waktu	<i>Flow</i>
14	<i>Laying hens growth death rate</i>	Laju pengurangan ayam petelur fase <i>grower</i>	Ekor/waktu	<i>Flow</i>
15	<i>Laying hens growth mortality</i>	Persentase kematian ayam petelur fase <i>grower</i>	Unitless	<i>Converter</i>
16	<i>Laying hens adult phase</i>	Jumlah ayam petelur fase dewasa	Ekor	<i>Stock</i>
17	<i>Laying hens adult phase lives</i>	Laju jumlah ayam petelur fase dewasa yang hidup	Ekor/waktu	<i>Flow</i>
18	<i>Laying hens adult death rate</i>	Laju pengurangan ayam petelur fase <i>adult</i>	Ekor/waktu	<i>Flow</i>
19	<i>Laying hens adult mortality</i>	Persentase kematian ayam petelur fase <i>adult</i>	Unitless	<i>Converter</i>
20	<i>Mortality laying hens adult phase cause fodder</i>	Jumlah ayam petelur fase dewasa mati disebabkan kekurangan pakan	Ekor	<i>Converter</i>
21	<i>Laying hens consumption</i>	Jumlah kebutuhan pakan ayam petelur	Kg	<i>Converter</i>

Tabel 4.9 Variabel Submodel Produksi Telur Ayam (lanjutan)

No	Variabel	Definisi	Unit	Model Building
22	<i>Chicken eggs stock</i>	Jumlah telur ayam yang tersedia	Kg	<i>Stock</i>
23	<i>Chicken eggs production rate</i>	Laju produksi telur ayam per satuan waktu	Kg/waktu	<i>Flow</i>
24	<i>Chicken eggs production</i>	Jumlah produksi telur ayam	Kg	<i>Converter</i>
25	<i>Eggs per chicken</i>	Jumlah telur yang dapat dihasilkan per ayam	Telur/ekor	<i>Converter</i>
26	<i>Converter eggs</i>	Berat telur ayam per butir	Kg/telur	<i>Converter</i>
27	<i>Chicken eggs demand rate</i>	Laju permintaan telur ayam per satuan waktu	Kg/waktu	<i>Flow</i>
28	<i>Chicken eggs demand outside East Java</i>	Jumlah permintaan telur ayam dari luar Jawa Timur	Kg	<i>Converter</i>
29	<i>Chicken eggs demand East Java</i>	Jumlah permintaan daging ayam dari luar Jawa Timur	Kg	<i>Converter</i>
30	<i>Total chicken eggs demand</i>	Total jumlah permintaan telur ayam baik dari dalam dan luar Jawa Timur	Kg	<i>Converter</i>
31	<i>Surplus chicken eggs East Java</i>	Kelebihan telur ayam setelah dikurangi permintaan untuk Jawa Timur	Kg	<i>Converter</i>
32	<i>Fulfillment availability chicken eggs</i>	Pemenuhan kebutuhan telur ayam	Kg	<i>Converter</i>

Dalam Tabel 4.9 DOC *laying hens* merupakan inputan anak ayam pedaging yang berumur sehari dengan satuan ekor. *Converter to kg* merupakan sebuah *converter* satuan dari ayam dengan satuan ekor untuk menjadi satuan kilogram disebabkan dalam pemenuhan kebutuhan permintaan daging ayam di hitung dalam satuan kilogram.

#### 4.2.3.4 Submodel Endcustomer

Subsitem *endcustomer* merupakan submodel yang menggambarkan perubahan *demand* yang disebabkan oleh berkurangnya atau bertambahnya jumlah penduduk. Tabel 4.10 mendeskripsikan variabel-variabel yang terdapat pada submodel *endcustomer*.

Tabel 4.10 Variabel Submodel *Endcustomer*

No	Variabel	Definisi	Satuan	<i>Model Building</i>
1	<i>Population inside East Java</i>	Jumlah populasi Jawa Timur	Orang	<i>Stock</i>
2	<i>Population growth rate</i>	Tingkat pertumbuhan populasi per satuan waktu	Orang/ waktu	<i>Flow</i>
3	<i>Population death rate</i>	Tingkat kematian populasi per satuan waktu	Orang/ waktu	<i>Flow</i>
4	<i>Birth</i>	Tingkat angka pertumbuhan populasi	Unitless	<i>Converter</i>
5	<i>Death</i>	Tingkat angka kematian populasi	Unitless	<i>Converter</i>
6	<i>East Java eggs consumption</i>	Jumlah konsumsi telur ayam Jawa Timur per capita	Kg/orang	<i>converter</i>
7	<i>East Java meat consumption</i>	Jumlah konsumsi daging ayam Jawa Timur	Kg	<i>Converter</i>
8	<i>Chicken meat price</i>	Harga daging ayam	Rupiah	<i>Stock</i>
9	<i>Chicken meat price rate</i>	Laju harga daging ayam per satuan waktu	Rupiah/ waktu	<i>Flow</i>
10	<i>CoGS Chicken meat</i>	Harga daging ayam setelah ada kenaikan/penurunan harga pasar	Rupiah	<i>Converter</i>
11	<i>Ability to buy chicken meat</i>	Kemampuan untuk membeli daging ayam	Kg/orang	<i>Converter</i>
12	<i>Prosentase ability to buy chicken meat</i>	Persentase kemampuan untuk membeli daging ayam	Unitless	<i>Converter</i>
13	<i>Income percapita</i>	Pendapatan percapita	Rupiah	<i>Stock</i>
14	<i>Spending for chicken meat</i>	Pengeluaran untuk membeli daging ayam	Rupiah	<i>Converter</i>
15	<i>Total chicken meat purchase</i>	Total jumlah daging ayam yang mampu di beli masyarakat	Kg	<i>Converter</i>

Tabel 4.10 Variabel *Submodel Endcustomer* (lanjutan)

No	Variabel	Definisi	Satuan	<i>Model Building</i>
16	<i>Chicken eggs price</i>	Harga telur ayam	Rupiah	<i>Stock</i>
17	<i>Chicken eggs price rate</i>	Laju harga telur ayam per satuan waktu	Rupiah/waktu	<i>flow</i>
18	<i>CoGS Chicken eggs</i>	Harga telur ayam setelah ada kenaikan/penurunan harga pasar	Rupiah	<i>Converter</i>
19	<i>Ability to buy chicken eggs</i>	Kemampuan untuk membeli telur ayam	Kg/orang	<i>Converter</i>
20	<i>Spending for chicken eggs</i>	Pengeluaran untuk membeli telur ayam	Rupiah	<i>Converter</i>
21	<i>Total chicken eggs purchase</i>	Total jumlah telur ayam yang mampu di beli masyarakat	Kg	<i>Converter</i>
22	<i>Prosentase ability to buy chicken eggs</i>	Persentase kemampuan untuk membeli telur ayam	Unitless	<i>Converter</i>
23	<i>Chicken eggs GAP demand</i>	GAP antara permintaan sesuai dengan kebutuhan dengan kemampuan beli telur ayam	Kg	<i>Converter</i>
24	<i>Chicken meat GAP demand</i>	GAP antara permintaan sesuai dengan kebutuhan dengan kemampuan beli daging ayam	Kg	<i>Converter</i>

Variabel *population inside East Java* merupakan jumlah populasi penduduk di Jawa Timur. Sedangkan *total meat consumption* merupakan variabel yang menggambarkan jumlah konsumsi daging ayam masyarakat Jawa Timur. *Chicken meat consumption per capita* merupakan seberapa banyak daging ayam yang dikonsumsi setiap masyarakat dalam setiap tahun dengan satuan kilogram per orang.



#### 4.2.4 Stock Flow Diagram

*Stock flow diagram* dibuat berdasarkan *causal loop diagram* yang telah disusun sebelumnya. *Stock flow diagram* merupakan penjabaran lebih lanjut dan rinci dari sistem yang telah dibuat dalam *causal loop diagram*, dalam *stock flow diagram* ini juga memperhatikan pengaruh waktu terhadap keterkaitan variabel. Dalam *stock flow diagram* juga dilakukan perumusan formulasi model berdasarkan rumus matematika ataupun pendekatan kuantitatif. Model simulasi dalam penelitian ini menggunakan Stella © 9.1.3. Setiap variabel yang menunjukkan hasil akumulasi disebut *stock*. Variabel yang menunjukkan laju aktivitas sistem disebut *rate/flow*. Dan *converter* adalah variabel yang memiliki nilai konstan sebagai aliran informasi.

##### 4.2.4.1 Submodel Corn Supply

Submodel ini menggambarkan aliran laju penambahan dan pengurangan jagung. Laju penambahan jagung dipengaruhi oleh luas lahan jagung dan produktivitasnya, sedangkan laju pengurangan jagung dipengaruhi oleh konsumsi jagung. Luas lahan jagung dibagi menjadi tiga yaitu *low*, *medium*, dan *high*. Pembagian tersebut berdasarkan klasifikasi level produktivitas lahan jagung. Tabel 4.11 menunjukkan indeks produktivitas pembagian lahan.

Tabel 4.11 Indeks Pembagian Lahan

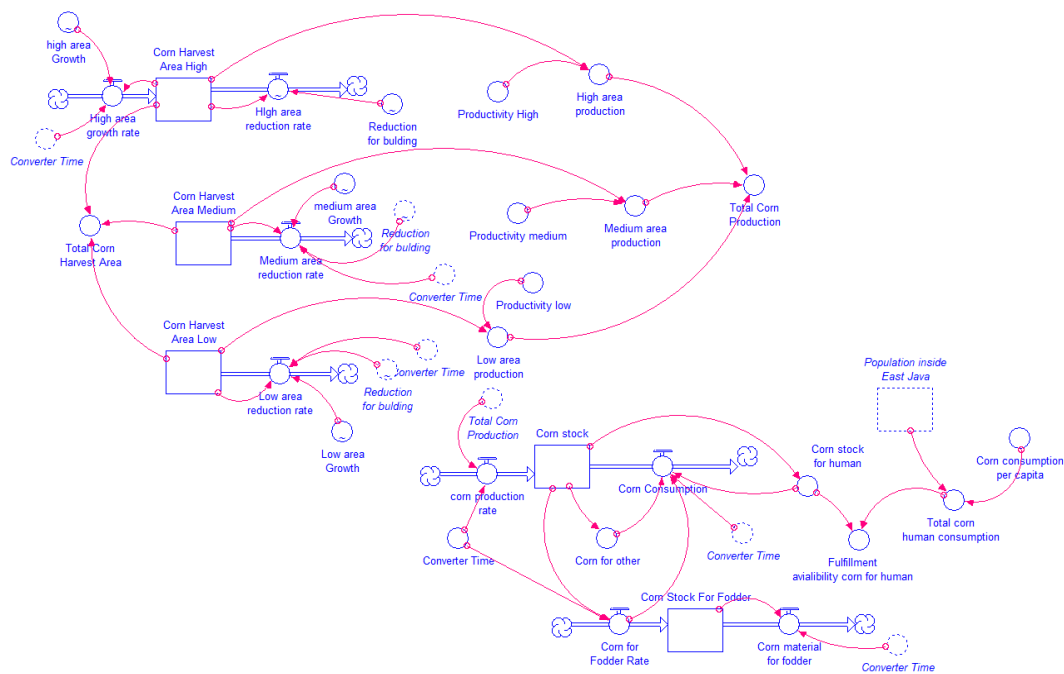
Lahan	Produktivitas (ton/hektar)
<i>Low</i>	<3.01
<i>Medium</i>	3.01-6.00
<i>High</i>	>6.00

Tabel 4.12 Pembagian Lahan Menurut Level Produktivitas

	Luas lahan (hektar)	Produksi (ton)	Produktivitas (ton/hektar)
<i>Low</i>	296,003.6	637,838.0	2.15
<i>Medium</i>	448,593.4	2,322,693.0	5.17
<i>High</i>	512,514.2	3,374,721.0	6.58

Tabel 4.12 menunjukkan pembagian lahan menurut level produktivitasnya pada tahun 2017. Jawa timur memiliki 512.514,2 hektar lahan jagung dengan

produktivitas 6.58 ton/hektar, 448,593.4 hektar dengan produktivitas 5.17 dan 296,003.6 hektar dengan produktivitas 2.15 ton/hektar. Kabupaten dan kota yang memiliki produktivitas rendah antara lain Sampang, Bangkalan, Pamekasan dan Sumenep, sedangkan untuk kabupaten dan kota dengan produktivitas sedang yaitu kota Malang, Surabaya, Batu, Probolinggo, Blitar, kabupaten Bondowoso, Bojonegoro, Probolinggo, Situbondo, Pacitan, Tuban, Lumajang, Malang, dan Blitar. Kota Kediri, Kabupaten Gresik, Trenggalek, Pasuruan, Madiun, Ngawi, Lamongan, Sidoarjo, Banyuwangi, Ponorogo, Mojokerto, Tulungagung, Magetan, Kediri, Jombang, Nganjuk dan Jember termasuk dalam penghasil jagung dengan produktivitas tinggi. Gambar 4.6 merupakan gambaran *stock flow diagram* dari submodel *corn supply*.



Gambar 4.6 *Stock Flow Diagram* Submodel *Corn Supply*

Contoh formulasi submodel *corn supply* dapat dilihat pada Tabel 4.13 dimana untuk *input* terdiri dari lahan panen jagung yang tersedia sesuai dengan tingkat produktivitasnya, produktivitas setiap lahan dan kebutuhan jagung untuk bahan baku pakan. Berikut ini merupakan contoh formulasi dalam submodel *corn supply* untuk formulasi lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran C.

Tabel 4.13 Formulasi Submodel *Corn Supply*

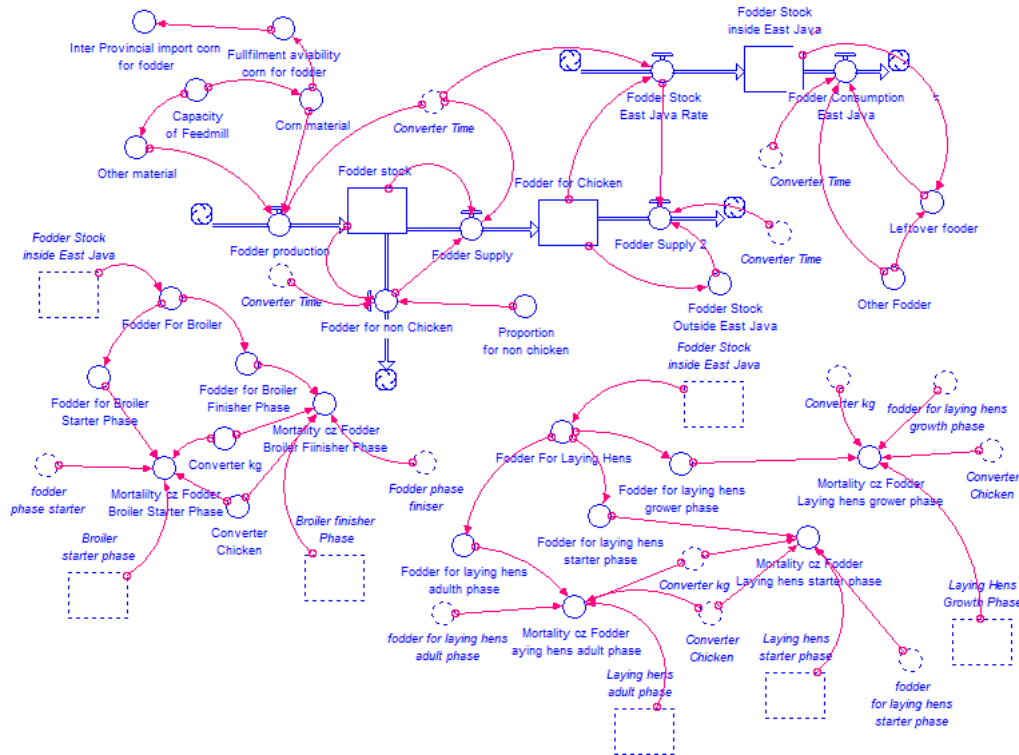
No	Variabel	Formulasi
1	<i>Corn harvest area high</i>	$Corn\_Harvest\_Area\_High(t - dt) + (High\_area\_growth\_rate - High\_area\_reduction\_rate) * dt$ INIT <i>Corn_Harvest_Area_High</i> = 209677.00
2	<i>High area growth rate</i>	$High\_area\_growth\_rate = Corn\_Harvest\_Area\_High * high\_area\_Growth * Converter\_Time$
3	<i>High area reduction rate</i>	$High\_area\_reduction\_rate = GRAPH(Corn\_Harvest\_Area\_High * Reduction\_for\_bulding)$
4	<i>Reduction for building</i>	$Reduction\ for\ building = 0.035$
5	<i>High area production</i>	$Corn\_Harvest\_Area\_High * High\_area\_productivity$

Pada Tabel 4.13 *Corn harvest high area* merupakan akumulasi jumlah lahan jagung yang memiliki produktivitas tinggi pada setiap tahunnya. *High area growth rate* merupakan laju penambahan untuk *corn harvest high area*, laju penambahan ini dipengaruhi oleh tingkat pertumbuhan lahan yang masuk menjadi *high area* atau lahan yang memiliki produktivitas tinggi setiap tahunnya. Sedangkan *high area reduction rate* merupakan laju pengurangan dari banyaknya lahan berproduktivitas tinggi yang di alih fungsikan sebagai perumahan, kantor dan sebagainya. Sedangkan *high area production* yang merupakan jumlah jagung yang dapat dihasilkan oleh lahan berproduktivitas tinggi yang didapatkan dari hasil perkalian antara jumlah *high area* dengan produktivitas lahan tersebut.

#### 4.2.4.2 Submodel *Feed mill*

Submodel *feed mill* menggambarkan kapasitas industri pakan ternak, kebutuhan jagung untuk pakan ternak sampai seberapa banyak pakan ternak yang dapat digunakan. Dalam *stock flow* ini juga digambarkan bagaimana aliran laju penambahan dan pengurangan pakan ternak. Laju penambahan dipengaruhi oleh kapasitas pabrik pakan ternak dan juga ketersediaan jagung sebagai bahan baku utama pakan ternak. Sedangkan untuk laju pengurangan dipengaruhi oleh

banyaknya konsumsi pakan oleh ayam, baik ayam pedaging maupun ayam petelur. Dalam *stock flow* diagram ini pakan ternak dibagi menjadi dua yaitu pakan ternak untuk ayam dan selain ayam. Industri pakan ternak tidak hanya menyuplai kebutuhan pakan untuk Jawa Timur namun juga diluar provinsi Jawa Timur. Gambar 4.7 merupakan gambaran *stock flow diagram* dari submodel *feed mill*.



Gambar 4.7 *Stock Flow Diagram* Submodel *Feed mill*

Contoh formulasi pada submodel *feed mill* dapat dilihat pada Tabel 4.14 dimana untuk *input* terdiri dari kapasitas pabrik yang tersedia, bahan baku dari jagung dan konsumsi pakan ayam. Untuk formulasi selengkapnya dapat dilihat pada lampiran C.

Tabel 4.14 Formulasi Submodel *Feed Mill*

No	Variabel	Formulasi
1	<i>Fodder stock</i>	$Fodder\_stock(t) = Fodder\_stock(t - dt) + (Fodder\_production - Fodder\_Supply - Fodder\_for\_non\_Chicken) * dt$ INIT <i>Fodder_stock</i> = 6000000000
2	<i>Fodder production</i>	$Corn\_material + Other\_material$

Tabel 4.14 Formulasi Submodel *Feed Mill* (lanjutan)

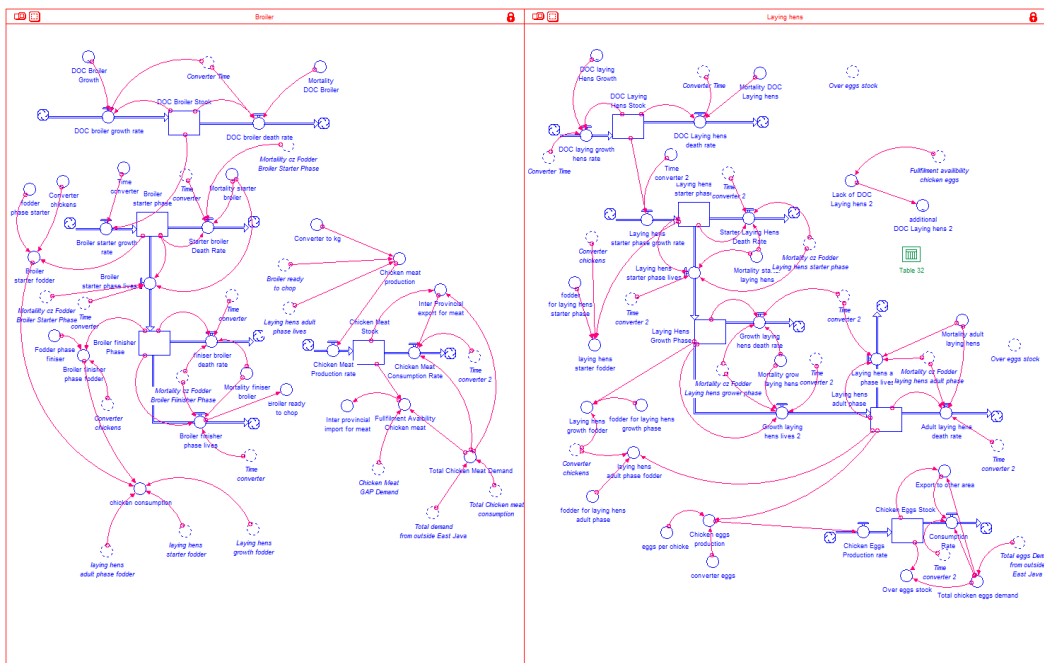
No	Variabel	Formulasi
3	<i>Fodder for chicken</i>	$Fodder\_for\_Chicken(t) = Fodder\_for\_Chicken(t - dt) + (Fodder\_Supply - Fodder\_Supply\_2) * dt$ INIT <i>Fodder_for_Chicken</i> = 3600000000
4	<i>Fodder Stock inside East Java</i>	$Fodder\_Stock\_inside\_East\_Java(t) = Fodder\_Stock\_inside\_East\_Java(t - dt) + (Fodder\_Stock\_East\_Java\_Rate - Fodder\_Consumption\_East\_Java) * dt$ INIT <i>Fodder_Stock_inside_East_Java</i> = 2700000000

*Fodder stock* merupakan jumlah pakan ternak yang dapat dihasilkan oleh industri pakan ternak dalam setahun. Kapasitas industri pakan ternak di Jawa Timur sebesar 6,000,000 ton dengan kebutuhan jagung sekitar 3,000,000 ton. Industri pakan ternak tidak hanya menghasilkan pakan ternak untuk ayam saja, namun juga untuk hewan ternak lainnya seperti babi, sapi, puyuh dan itik. Formulasi dari *Fodder production* merupakan formulasi komposisi bahan baku pakan ternak yaitu 50% jagung dan 50% material lainnya. *Fodder stock inside East Java* merupakan jumlah stok pakan yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan pakan ayam di Jawa Timur.

#### 4.2.4.3 Submodel *Chicken*

Submodel *chicken* berkaitan dengan variabel-variabel yang terlibat dalam proses produksi telur dan daging ayam di mulai dari *Day Old Chick* (DOC) hingga menjadi telur dan daging ayam. Submodel ini bertujuan untuk mengetahui jumlah produksi telur dan daging ayam pada setiap tahunnya. Dalam submodel *chicken* ini terdapat dua model yaitu model ayam pedaging dan ayam petelur. Dimana yang menjadi pembeda dari dua model tersebut adalah siklus hidup ayam. Ayam pedaging memiliki siklus hidup dua fase sedangkan siklus hidup ayam petelur memiliki tiga fase. Pada submodel ini aliran laju penambahan ayam dipengaruhi oleh inputan DOC sedangkan laju pengurangan di pengaruhi oleh tingkat mortalitas ayam tersebut. Mortalitas dari ayam dibagi menjadi dua yaitu mortalitas disebabkan oleh dari penyakit dan disebabkan oleh kekurangan pakan. Laju penambahan stok daging ayam di pengaruhi oleh banyaknya ayam yang siap di potong (*Broiler ready*

to chop), sedangkan untuk laju pengurangan dipengaruhi oleh banyaknya *demand* daging ayam oleh masyarakat. Sedangkan laju penambahan stok telur dipengaruhi oleh banyaknya ayam petelur fase dewasa, sedangkan untuk laju pengurangan dipengaruhi oleh banyaknya *demand* telur ayam oleh masyarakat baik dari dalam Jawa Timur maupun dari luar Jawa Timur. Gambar 4.8 merupakan gambaran *stock flow diagram* dari submodel *chicken*.



Gambar 4.8 *Stock Flow Diagram* Submodel *Chicken*

Tabel 4.15 menunjukkan contoh formulasi submodel *chicken* dimana untuk *input* terdiri dari DOC ayam petelur dan DOC ayam pedaging dan *output*nya adalah telur dan daging ayam. Berikut ini merupakan contoh formulasi dalam submodel *chicken*. Untuk formulasi selengkapnya dapat dilihat pada lampiran C.

Tabel 4.15 Formulasi Submodel *Chicken*

No	Variabel	Formulasi
1	<i>DOC laying hens</i>	$DOC\_Laying\_Hens(t) = DOC\_Laying\_Hens\_Stock(t - dt) + (DOC\_laying\_growth\_hens\_rate - DOC\_Laying\_hens\_death\_rate) * dt$ $INIT\ DOC\_Laying\_Hens\_Stock = INT(32807169)$
2	<i>DOC laying hens growth rate</i>	$INT(DOC\_Laying\_Hens\_Stock * DOC\_laying\_Hens\_Growth)$

Tabel 4.15 Formulasi Submodel *Chicken* (lanjutan)

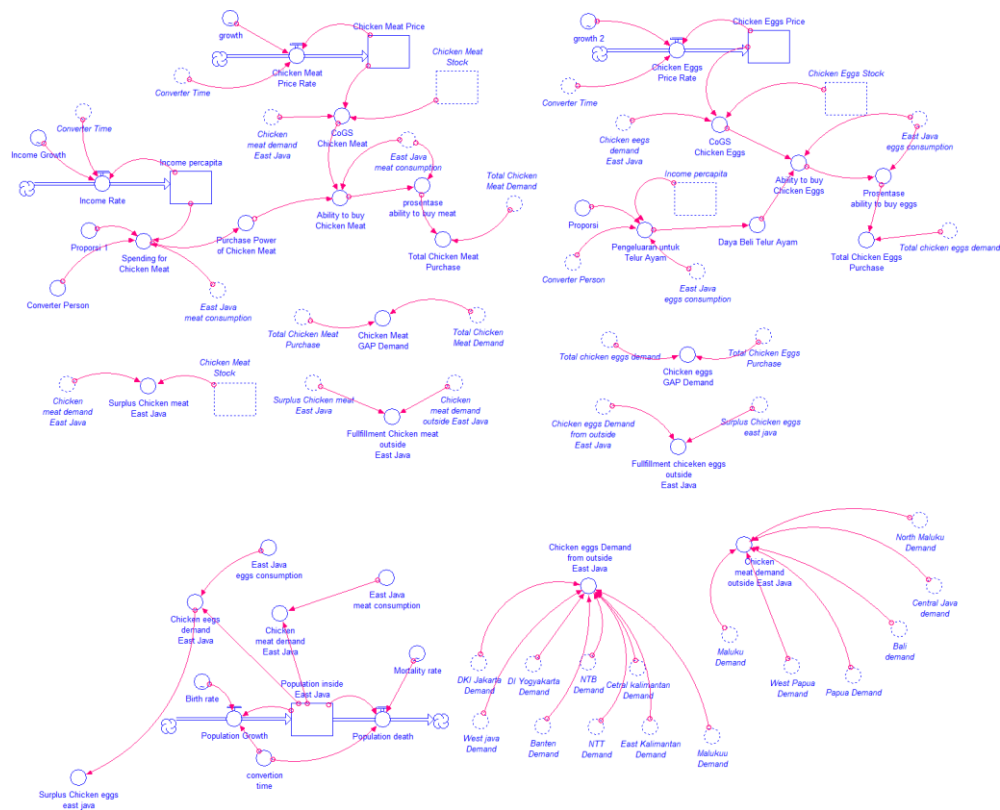
No	Variabel	Formulasi
3	<i>DOC laying hens death rate</i>	$DOC\_Laying\_hens\_death\_rate =$ $INT(DOC\_Laying\_Hens\_Stock*(Mortality\_DOC\_Laying\_hens))$
4	<i>Chicken eggs stock</i>	$Chicken\_Eggs\_Stock(t) = Chicken\_Eggs\_Stock(t - dt)$ $+ (Chicken\_Eggs\_Production\_rate -$ $Consumption\_Rate) * dt$ $INIT\ Chicken\_Eggs\_Stock = 292786000$
5	<i>Chicken eggs production</i>	$Laying\_hens\_adult*converter\_to\_kg*eggs\_per\_chicken$

Variabel *DOC laying hens* merupakan variabel *input* anak ayam petelur yang akan berproses menghasilkan telur. *DOC laying hens growth rate* merupakan hasil perkalian dari pertumbuhan jumlah *DOC laying hens* setiap tahunnya dengan *DOC laying hens*. *Chicken eggs production* merupakan hasil dari perkalian banyaknya ayam petelur dewasa dikali dengan banyaknya telur yang dapat dihasilkan ayam per-ekor di konversikan dalam satuan kilogram.

#### 4.2.4.4 Submodel *Endcustomer*

Submodel *endcustomer* bertujuan untuk mengetahui jumlah *demand* telur dan daging ayam pada setiap tahunnya, baik dari dalam provinsi Jawa Timur maupun *demand* dari luar Jawa Timur. Submodel *endcustomer* menggambarkan aliran laju penambahan dan pengurangan permintaan telur dan daging ayam. Laju penambahan telur dan daging ayam dipengaruhi oleh banyaknya ayam hidup yang mampu memproduksi menghasilkan daging dan telur ayam. Sedangkan laju pengurangan permintaan telur dan daging ayam dipengaruhi oleh dipengaruhi oleh konsumsi percapita, populasi dan daya beli masyarakat. *Demand* telur ayam tidak hanya dari dalam Jawa Timur saja melainkan dari daerah luar provinsi Jawa Timur seperti DKI Jakarta, DI Yogyakarta, Nusa Tenggara Barat hingga Kalimantan tengah. Seperti halnya *demand* telur ayam, *demand* daging ayam juga dipengaruhi oleh kebutuhan dari luar provinsi Jawa Timur seperti Maluku, Papua, hingga Papua barat. Selain dipengaruhi oleh konsumsi perkapita, *demand* juga dipengaruhi oleh daya beli masyarakat. Daya beli masyarakat dipengaruhi oleh pendapatan dan proporsi pengeluaran untuk telur dan daging ayam. Dalam submodel *endcustomer*

juga digambarkan harga jual telur dan daging ayam yang beredar dipasaran, didalam sistem diasumsikan bahwa apabila harga lebih tinggi daripada daya beli maka masyarakat hanya membeli sesuai dengan daya beli mereka. Misalnya apabila harga telur Rp.20.000,-/kg namun daya beli masyarakat hanya Rp.15.000,- maka telur yang mampu didapatkan oleh masyarakat 0,75 kg saja. Gambar 4.9 merupakan gambaran *stock flow diagram* dari submodel *endcustomer*.



Gambar 4.9 *Stock Flow Diagram* Submodel *Endcustomer*

Tabel 4.16 menunjukkan contoh formulasi submodel *endcustomer* berdasarkan rumusan matematis yang dirancang pada model, dimana untuk *input* terdiri dari populasi penduduk setiap wilayah, tingkat kelahiran dan tingkat kematian. Untuk formulasi selengkapnya dapat dilihat pada lampiran C.



Tabel 4.16 Formulasi Submodel *Endcustomer*

No	Variabel	Formulasi
1	<i>Population inside East Java</i>	$Population\_inside\_East\_Java(t) = Population\_inside\_East\_Java(t - dt) + (Population\_Growth - Population\_death) * dt$ INIT $Population\_inside\_East\_Java = 37094836$
2	<i>Population growth rate</i>	$Population\_inside\_East\_Java * Birth$
3	<i>Population death rate</i>	$Mortality * Population\_inside\_East\_Java$
4	<i>Total eggs demand inside East Java</i>	$Population\_inside\_East\_Java * Eggs\_consumption\_per\_capita\_per\_year$
5	<i>Total eggs demand outside East Java</i>	$DI\_Yogyakarta\_Demand + DKI\_Jakarta\_Demand + West\_java\_Demand + Cetral\_kalimantan\_Demand + Malukuu\_Demand + NTT\_Demand + Banten\_Demand + East\_Kalimantan\_Demand + NTB\_Demand$
6	<i>Fulfillment availability chicken eggs</i>	$Chicken\_Eggs\_Stock - (Total\_chicken\_eggs\_demand - Chicken\_eggs\_GAP\_Demand)$
7	<i>Total meat demand inside East Java</i>	$Population\_inside\_East\_Java * Meat\_consumption\_per\_capita\_per\_year$
8	<i>Total meat demand outside East Java</i>	$Total\_meat\_demand\_from\_outside\_East\_Java = Bali\_demand + Maluku\_Demand + Demand + Papua\_Demand + Central\_Java\_demand + West\_Papua\_Demand$
9	<i>Fulfillment availability chicken meat</i>	$Chicken\_Meat\_Stock - (Total\_Chicken\_Meat\_Demand - Chicken\_Meat\_GAP\_Demand)$

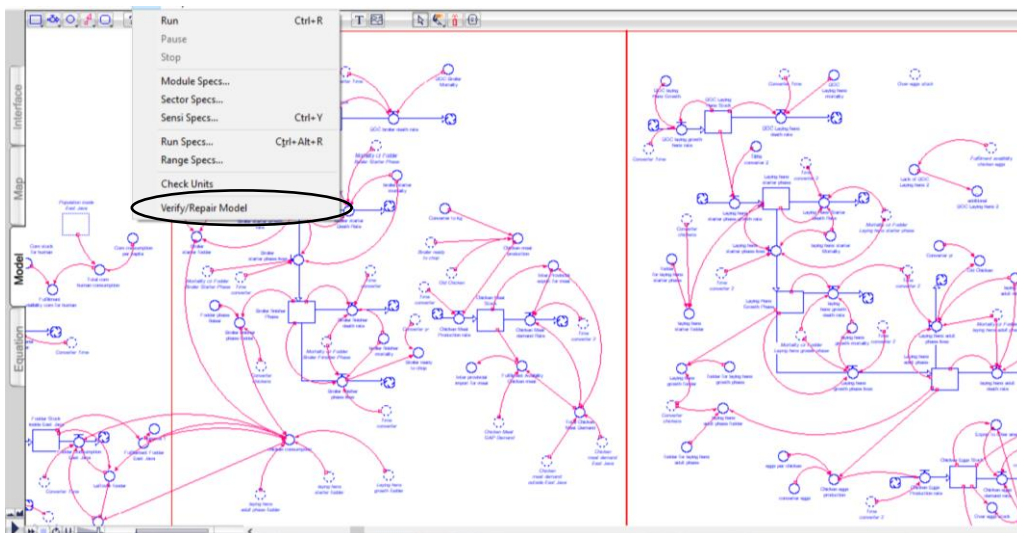
Dalam formulasi *stock flow diagram* submodel *endcustomer*, *fulfillment availability chicken eggs* merupakan hasil sisa dari stok telur ayam setelah dikurangi permintaan telur ayam. Sedangkan untuk variabel *total meat demand outside East Java* merupakan total dari permintaan daging ayam dari luar Jawa Timur yaitu Bali, Maluku, Papua, Jawa Tengah dan Papua Barat.

#### 4.2.5 Verifikasi dan Validasi Model

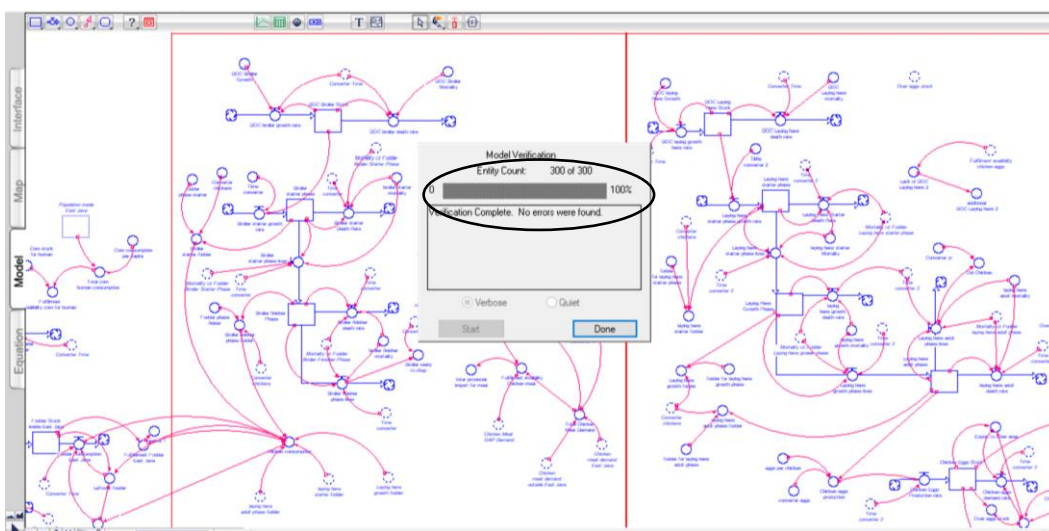
Penyusunan model yang telah dilakukan belum dapat dipastikan bahwa model yang dibuat telah sesuai dengan sistem amatan. Maka diperlukan pengujian terhadap model tersebut dengan melakukan verifikasi dan validasi.

#### 4.2.5.1 Verifikasi

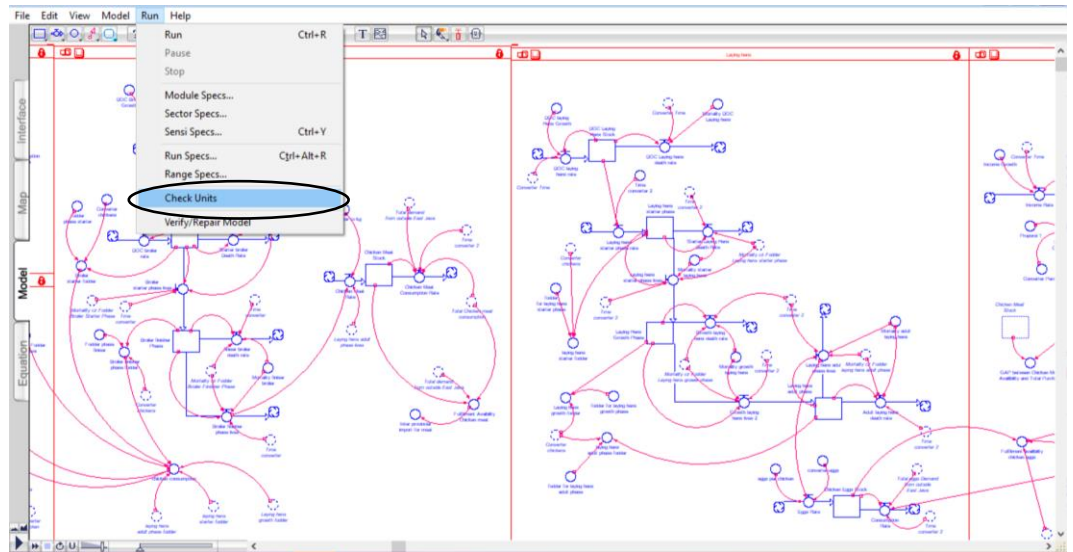
Verifikasi model dilakukan untuk memberikan pembuktian bahwa model yang dibuat telah mampu melakukan simulasi dari suatu model yang diamati. Verifikasi model bertujuan untuk memastikan kesesuaian logika dan memastikan tidak ada *error* yang terjadi. Langkah verifikasi model yaitu dengan cara melakukan *check error* dari informasi dan logika pada simulasi yang dirancang. Verifikasi model untuk *software* Stella 9.1.3 dapat dilakukan dengan *check unit* dan *verify/repair* yang menunjukkan bahwa model telah terverifikasi. Hasil verifikasi dapat dilihat pada Gambar 4.11 dan Gambar 4.13



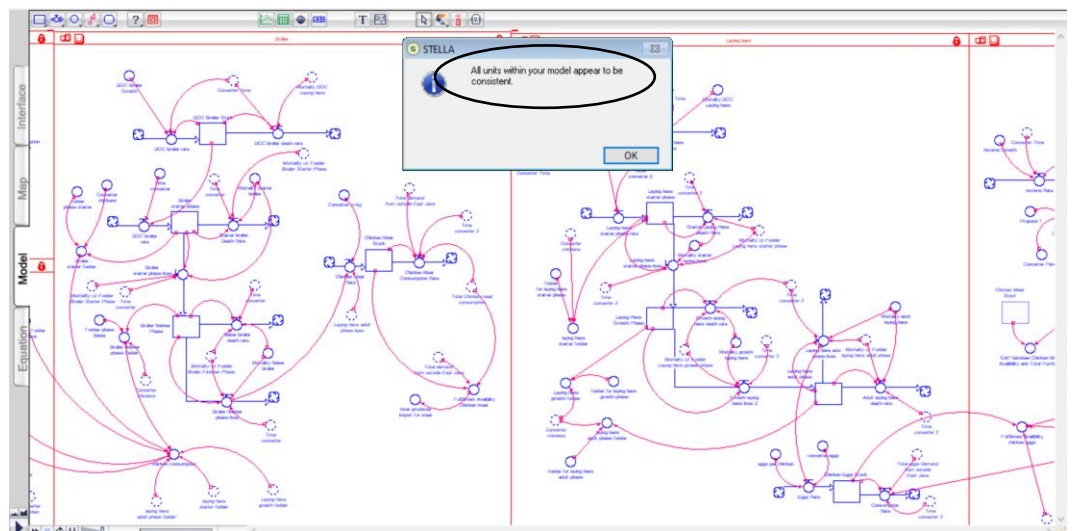
Gambar 4.10 Langkah Verifikasi Model



Gambar 4.11 Hasil *Output* Verifikasi Model



Gambar 4.12 Langkah Verifikasi Model dengan *Check Unit*



Gambar 4.13 Hasil *Output* Verifikasi Model dengan *Check Unit*

#### 4.2.5.2 Validasi Model

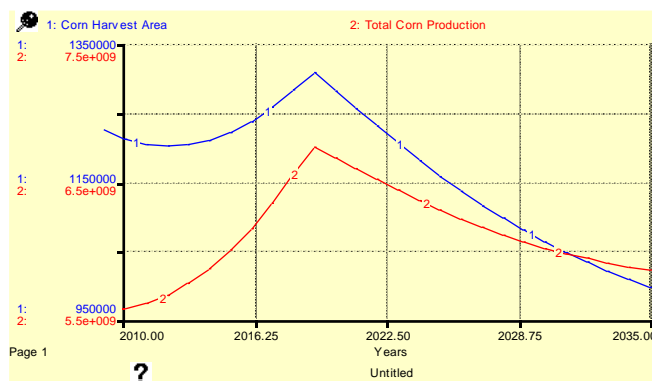
##### 1. Uji Kecukupan Batasan

Tujuan utama dari uji kecukupan batasan yaitu memastikan konsep utama dan variabel kritis dari sebuah sistem telah masuk dalam model yang dibuat. Cara dalam melakukan uji kecukupan batasan dapat dilakukan dengan wawancara

dengan para ahli, studi literatur dan juga pengamatan langsung terhadap sistem. Model dalam penelitian ini telah melalui prosedur uji kecukupan batasan dengan melakukan pengamatan langsung di peternakan ayam petelur dan pedaging di Kabupaten Malang serta melakukan wawancara kepada peternak dan dr. Dwi Prasetyo selaku ahli dalam bidang peternakan ayam dan pakan ternak dr Gika selaku pihak Dinas Peternakan Jawa Timur. Hasil dari wawancara dan pengamatan langsung yaitu *causal loop diagram* dengan variabel-variabel kritis yang mempengaruhi sistem produksi pakan, telur dan daging ayam.

## 2. Uji Parameter Model

Uji parameter model dapat dilakukan dengan melihat dua data variabel yang saling berhubungan. Dapat dilakukan dengan membandingkan antara logika aktual dengan hasil simulasi, apabila hasil simulasi sama dengan logika aktual maka model dapat dikatakan baik. Sebagai contoh variabel yang diuji adalah lahan jagung dan produksi jagung. Logika aktual apabila lahan jagung meningkat maka produksi jagung akan meningkat begitu sebaliknya. Logika ini kemudian dibandingkan dengan hasil simulasi pada Gambar 4.14

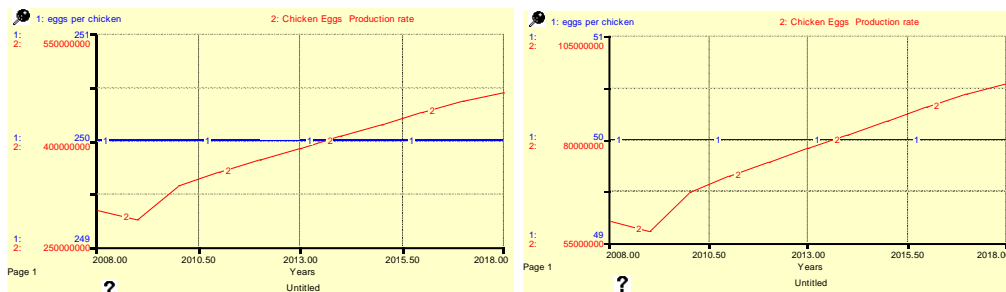


Gambar 4.14 Perbandingan Produksi Jagung dan Lahan Jagung

Gambar 4.14 menunjukkan bahwa simulasi model berjalan sesuai dengan logika aktual, ketika lahan jagung naik maka produksi jagung akan naik juga dan apabila lahan jagung mengalami penurunan maka produksi jagung juga mengalami penurunan.

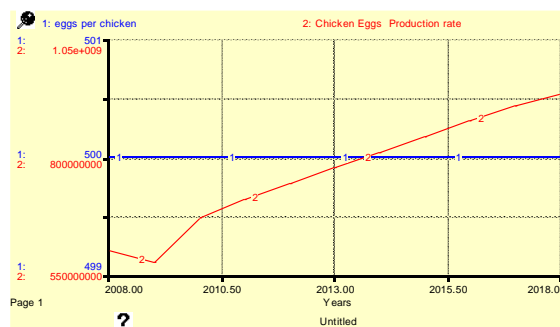
### 3. Uji Kondisi Ekstrim

Uji kondisi ekstrim dilakukan untuk mengetahui bahwa model mampu dalam menghadapi kondisi ekstrim ketika ada perubahan nilai variabel menjadi ekstrim rendah atau ekstrim tinggi. Prosedur dilakukannya uji ekstrim dengan mengubah variabel sistem yang terkendali dan terukur. Pada pengujian ini digunakan variabel dengan nilai normal, nilai ekstrim rendah dan nilai ekstrim tinggi. Uji kondisi ekstrim dilakukan terhadap hasil hasil telur ayam. Variabel yang akan diubah nilainya adalah hasil telur per ekor ayam dan yang menjadi variabel responnya adalah produksi telur ayam itu sendiri. Gambar 4.15 menampilkan hasil uji kondisi ekstrim pada ayam petelur.



(a)

(b)



(c)

Gambar 4.15 Uji Kondisi Ekstrim Nilai Normal (a), Nilai Ekstrim Rendah (b), Nilai Ekstrim Tinggi (c)

Nilai ekstrim rendah dengan mengubah *input* hasil telur per ekor menjadi 50 butir/ekor. Nilai ekstrim tinggi dengan mengubah *input* hasil telur per ekor

menjadi 500 butir/ekor. Dari hasil simulasi pada Gambar 4.15 ketika dimasukkan masing-masing nilai normal Gambar (a) nilai ekstrim rendah Gambar (b) dan nilai ekstrim tinggi (c). *Output* yang di hasilkan menunjukkan pola perilaku yang sama dengan nilai normal (a) yang dapat dilihat pada pola grafik (a), (b) dan (c). Maka dapat disimpulkan bahwa model berfungsi sesuai dengan logika ketika menghadapi kondisi ekstrim sehingga model dapat dikatakan valid.

#### 4. Uji Mean Comparison

Menurut Barlas (1996) uji perbandingan rata-rata dilakukan untuk mengetahui selisih persentase *mean error* antara data aktual dan hasil simulasi. Syarat model dapat dikatakan valid apabila hasil dari uji *mean comparison* ini memiliki nilai *mean error* <5%. Dalam penelitian ini uji *mean comparison* pada dilakukan pada hasil produksi telur daging ayam. Hasil dari pengujian *mean comparison* untuk produksi daging ayam ditunjukkan pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Hasil Uji *Mean Comparison* untuk Produksi Daging Ayam

<b>Aktual (kg)</b>	<b>Simulasi (kg)</b>
166,547,863.85	187,739,550.96
166,896,903.00	199,040,639.72
173,999,562.00	210,038,777.26
181,443,372.00	221,036,943.14
223,742,430.00	231,725,204.10
233,451,033.00	241,359,033.50
252,938,774.06	250,833,999.26
303,170,221.00	260,305,760.00
307,932,326.00	268,450,614.12
<b>Rata-rata aktual</b>	223,346 943.77
<b>Rata-rata simulasi</b>	230,058,946.90
<b>ABS</b>	6,712,004.128
<b>Error</b>	3.0%

Tabel 4.17 menunjukkan hasil uji *mean comparison* dengan persentase *error* dari hasil produksi daging ayam yaitu 3% atau kurang dari 5%, sehingga model dapat dikatakan valid.

Tabel 4.18 Hasil Uji *Mean Comparison* untuk Produksi Telur Ayam

<b>Aktual (kg)</b>	<b>Simulasi (kg)</b>
299,515,630.00	335,110,000.00
275,832,000.00	354,645,475.00
370,700,000.00	371,482,250.00
393,532,000.00	388,268,900.00
391,399,000.00	405,005,487.50
390,055,430.00	421,692,125.00
445,792,690.00	438,328,837.50
455,811,000.00	454,766,175.00
465,838,000.00	466,817,475.00
<b>Rata-rata aktual</b>	387,608,416.67
<b>Rata-rata simulasi</b>	404,012,969.44
<b>ABS</b>	16,404,552.78
<b>Error</b>	4%

Tabel 4.18 menunjukkan hasil uji *mean comparison* dengan persentase *error* dari variabel produksi telur ayam yaitu 4% atau kurang dari 5%, sehingga model dapat dikatakan valid.

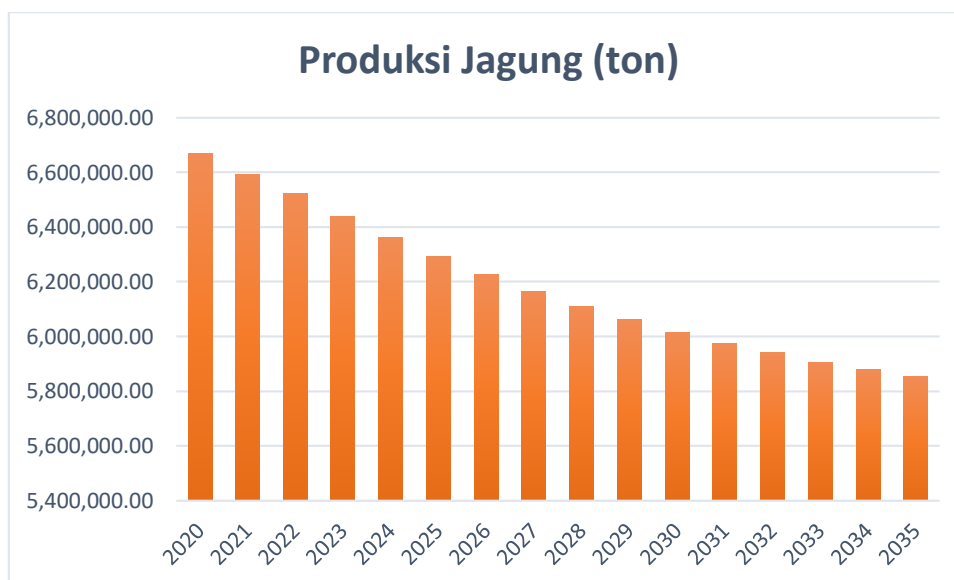
### 4.3 Hasil Simulasi Model Dinamis

Setelah dilakukannya verifikasi dan validasi pada model simulasi ketahanan pangan komoditas ayam, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis simulasi untuk memprediksi produksi jagung, produksi pakan ternak, produksi, kebutuhan dan ketersediaan telur dan daging ayam. Model simulasi ini dijalankan dalam waktu 15 tahun ke depan dimulai dari tahun 2020 hingga 2035, apabila dijalankan lebih dari 15 tahun dikhawatirkan akurasi akan berkurang. Simulasi dijalankan dalam satuan tahun. Simulasi dijalankan untuk mengetahui produksi jagung, telur dan daging ayam. Tabel 4.19 menunjukkan proyeksi produksi jagung, impor jagung untuk kebutuhan pakan.



Tabel 4.19 Proyeksi Produksi Jagung dan Impor Jagung untuk Produksi Pakan

Tahun	Produksi Jagung (ton)	Impor Jagung untuk Produksi Pakan (ton)
2020	6,669,449.92	379,364.36
2021	6,593,054.42	299,621.18
2022	6,521,622.21	332,220.03
2023	6,438,771.68	362,778.23
2024	6,361,943.56	391,351.11
2025	6,290,921.38	424,491.33
2026	6,225,494.84	455,222.57
2027	6,165,459.72	483,631.45
2028	6,110,617.82	509,802.07
2029	6,060,776.86	533,816.11
2030	6,015,441.41	555,752.87
2031	5,974,783.80	575,689.26
2032	5,938,625.37	593,823.44
2033	5,906,546.38	610,086.48
2034	5,878,435.42	624,549.85
2035	5,853,969.71	637,381.45

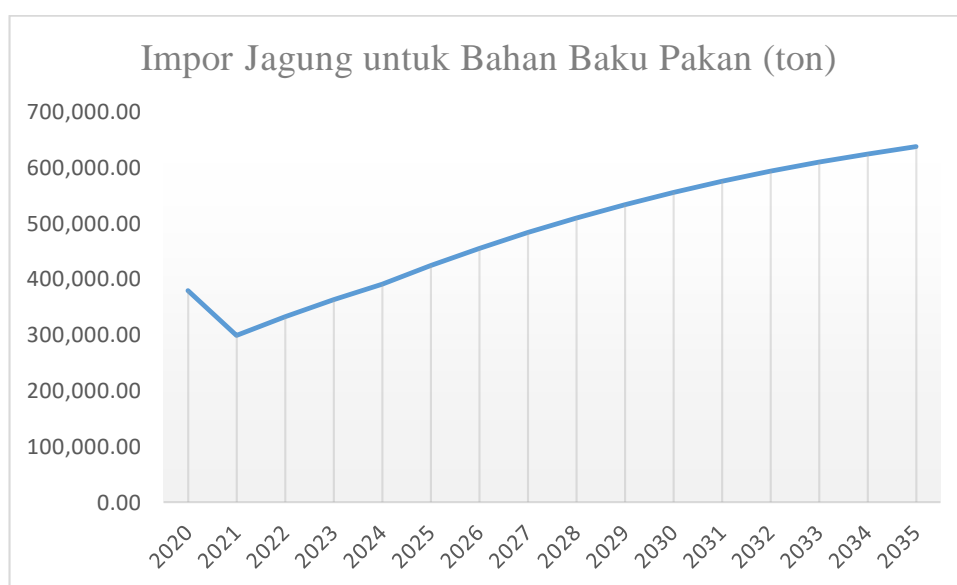


Gambar 4.16 Proyeksi Produksi Jagung (ton)

Gambar 4.16 menunjukkan bahwa produksi jagung dalam setiap tahun mengalami penurunan. Penurunan produksi ini disebabkan oleh alih fungsi lahan pertanian menjadi pemukiman maupun perkantoran sekitar 2900 hektar tiap tahunnya. Dengan penurunan produksi jagung maka kebutuhan industri pakan



ternak terus mengalami kenaikan. Gambar 4.17 menunjukkan bahwa dengan semakin menurunnya produksi jagung membuat jumlah impor jagung yang dilakukan oleh industri pakan ternak mengalami kenaikan setiap tahunnya. Impor yang dimaksud disini bukan hanya impor dari luar negeri namun juga impor antar provinsi. Industri pakan ternak yang berada pada provinsi Jawa Timur melakukan impor antar-provinsi dari Kalimantan, Nusa Tenggara Timur, Dompu dan lainnya hal ini dilakukan untuk memenuhi kebutuhan mereka agar tetap dapat melakukan produksi



Gambar 4.17 Proyeksi Impor Jagung (ton)

Gambar 4.17 menunjukkan bahwa pada tahun 2021 kebutuhan jagung yang digunakan industri pakan ternak sebagai bahan baku pakan terlihat mulai ada kenaikan, sehingga diperlukan tindakan perbaikan untuk menekan angka impor jagung yang setiap tahunnya mengalami kenaikan.

Tabel 4.20 Proyeksi Produksi, Permintaan, Pemenuhan Telur Ayam

Tahun	Produksi Telur ayam (ton)	Demand Jatim (ton)	Surplus (ton)	Permintaan dari luar Jawa Timur (ton)										Status Pemenuhan
				DKI	Jabar	DIY	Banten	NTB	NTT	Kalteng	Kaltim	Maluku	Total	
2020	496,203.76	253,273.74	229,648.93	61,471.54	79,110.28	2,743.19	12,731.70	13,536.34	5,307.26	13,425.45	21,652.86	1,254.30	211,232.92	v
2021	495,168.65	253,780.29	242,423.47	62,067.58	79,822.27	2,745.94	12,884.48	13,685.24	5,381.57	13,573.13	21,891.04	1,273.11	213,324.35	v
2022	494,132.53	254,287.85	240,880.80	62,669.40	80,460.85	2,748.68	13,039.09	13,835.78	5,456.91	13,722.43	22,131.84	1,290.94	215,355.92	v
2023	493,063.78	254,542.14	239,590.39	63,277.06	81,104.54	2,751.43	13,195.56	13,987.97	5,527.85	13,859.66	22,353.16	1,309.01	217,366.23	v
2024	491,961.36	254,796.68	238,267.10	63,890.61	81,753.37	2,754.18	13,353.91	14,141.84	5,599.71	13,998.25	22,599.04	1,327.34	219,418.25	v
2025	490,824.20	255,051.48	236,909.89	64,510.11	82,407.40	2,756.94	13,500.80	14,283.26	5,672.51	14,138.24	22,825.03	1,345.92	221,440.20	v
2026	489,651.24	255,306.53	235,517.67	65,135.61	83,066.66	2,759.69	13,649.31	14,411.81	5,740.58	14,279.62	23,053.28	1,364.76	223,461.32	v
2027	488,441.33	255,306.53	234,344.71	65,767.18	83,648.13	2,759.69	13,799.45	14,541.51	5,809.46	14,422.41	23,283.82	1,381.14	225,412.80	v
2028	487,193.30	255,306.53	233,134.80	66,404.88	84,233.66	2,759.69	13,937.45	14,672.39	5,867.56	14,552.22	23,516.65	1,399.09	227,343.59	v
2029	485,905.96	255,051.22	232,142.08	67,048.75	84,823.30	2,759.69	14,090.76	14,804.44	5,926.23	14,683.19	23,751.82	1,415.88	229,304.06	v
2030	484,578.08	254,796.17	231,109.79	67,631.82	85,417.06	2,756.93	14,217.57	14,937.68	5,985.49	14,815.33	23,941.83	1,435.71	231,139.44	x
2031	483,208.35	254,286.58	230,291.50	68,219.97	86,014.98	2,754.18	14,345.53	15,057.18	6,039.36	14,948.67	24,133.37	1,451.50	232,964.74	x
2032	481,795.49	253,778.00	229,430.35	68,813.22	86,531.07	2,751.42	14,474.64	15,162.58	6,093.72	15,068.26	24,326.44	1,466.01	234,687.37	x
2033	480,338.11	253,270.45	228,525.04	69,411.64	87,050.26	2,745.92	14,604.91	15,268.72	6,148.56	15,188.81	24,521.05	1,480.67	236,420.54	x
2034	478,834.84	252,510.64	227,827.48	70,015.26	87,572.56	2,740.43	14,721.75	15,375.60	6,197.75	15,310.32	24,717.22	1,495.48	238,146.37	x
2035	477,284.20	251,753.10	227,081.73	70,624.13	88,098.00	2,732.21	14,839.53	15,483.23	6,247.33	15,432.80	24,890.24	1,510.43	239,857.89	x

Tabel 4.21 Proyeksi Produksi, Permintaan, Pemenuhan Daging Ayam

Tahun	Produksi Telur (ton)	Demand Jatim (ton)	Surplus (ton)	Permintaan dari luar Jawa Timur (ton)							Status Pemenuhan
				Maluku	Papua	Papua Barat	Bali	Jawa Tengah	Maluku Utara	Total	
2020	267,279.04	241,584.18	26,275.70	13.93	601.15	9.61	336.65	19,326.76	6.85	20,294.95	v
2021	266,802.93	242,067.35	25,211.68	14.14	609.56	9.74	337.96	19,442.72	6.95	20,421.07	v
2022	266,337.85	242,551.49	24,251.45	14.34	618.1	9.86	338.94	19,539.93	7.04	20,528.22	v
2023	265,871.70	242,794.04	23,543.81	14.54	626.75	9.99	339.86	19,637.63	7.14	20,635.92	v
2024	265,390.40	243,036.83	22,834.87	14.75	635.52	10.12	340.88	19,735.82	7.24	20,744.33	v
2025	264,908.94	243,279.87	22,110.53	14.95	644.42	10.24	341.9	19,814.77	7.35	20,833.63	v
2026	264,428.31	243,523.15	21,385.80	15.16	652.8	10.37	342.93	19,894.02	7.45	20,922.72	v
2027	263,949.48	243,523.15	20,905.16	15.34	660.63	10.49	343.61	19,973.60	7.54	21,011.22	x
2028	263,473.51	243,523.15	20,426.34	15.54	668.56	10.62	344.3	20,053.49	7.64	21,100.15	x
2029	263,001.43	243,279.63	20,193.88	15.73	676.58	10.73	345.33	20,133.71	7.74	21,189.83	x
2030	262,534.31	243,036.35	19,965.08	15.95	684.7	10.85	345.68	20,214.24	7.83	21,279.26	x
2031	262,054.86	242,550.27	19,984.04	16.12	692.23	10.97	346.02	20,295.10	7.93	21,368.38	x
2032	261,581.62	242,065.17	19,989.69	16.29	699.85	11.08	346.37	20,355.99	8.02	21,437.59	x
2033	261,115.73	241,581.04	20,000.58	16.45	707.55	11.19	346.72	20,417.05	8.11	21,507.07	x
2034	260,638.48	240,856.30	20,259.43	16.61	715.33	11.3	347.06	20,478.31	8.2	21,576.81	x
2035	260,169.92	240,133.73	20,504.75	16.78	722.48	11.42	347.41	20,519.26	8.29	21,625.64	x

Tabel 4.20 menunjukkan bahwa produksi telur dari provinsi Jawa Timur mampu memenuhi *demand* dari Jawa Timur dan terjadi surplus sehingga dapat memasok ke beberapa daerah lainnya hingga tahun 2029. Namun pada tahun 2030 Jawa Timur mulai tidak mampu memenuhi *demand* daerah lainnya namun masih dapat memenuhi kebutuhan daerahnya sendiri. Sedangkan pada Tabel 4.21 menunjukkan produksi daging ayam Jawa Timur mengalami surplus hingga tahun 2026, dan mengalami kekurangan dalam pemenuhan permintaan kebutuhan daging ayam daerah lainnya pada tahun 2027. Untuk mencegah kekurangan maka perlu dilakukan tindakan preventif ataupun perbaikan pada satu tahun sebelumnya. Sehingga diperlukan skenario perbaikan untuk meningkat produksi telur dan daging ayam Jawa Timur dengan berbagai skenario perbaikan yang akan dibahas di bab selanjutnya.

## **BAB 5**

### **SKENARIO PERBAIKAN**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai pembuatan skenario perbaikan alternatif dalam perbaikan masalah kekurangan pemenuhan permintaan jagung, telur dan daging ayam. Skenario tersebut mungkin dapat dijadikan rekomendasi untuk perbaikan selanjutnya.

#### **5.1 Model Skenario**

Perancangan skenario dilakukan untuk mendapatkan skenario terbaik agar dapat digunakan sebagai perbaikan kebijakan. Perancangan skenario ini dilakukan dengan melakukan perubahan pada kondisi eksisting atau dengan mengembangkan model eksisting. Selanjutnya hasil simulasi dibandingkan dengan hasil *output* sebelumnya apakah memberikan perubahan yang signifikan atau tidak.

Dalam penelitian ini, skenario perbaikan yang akan dilakukan yaitu fokus pada pemenuhan ketersediaan telur dan daging ayam yang merupakan tujuan dari penelitian ini adalah ketahanan pangan komoditas ayam di Jawa Timur. Selain itu skenario perbaikan juga dibuat untuk memenuhi ketersediaan jagung yang digunakan untuk sebagai bahan baku pakan ternak. Skenario dibuat untuk horizon 15 tahun kedepan disebabkan sistem dinamik lebih akurat jika dilakukan dalam rentang waktu pendek, apabila dilakukan dengan rentang waktu yang cukup lama, kemungkinan akurasi akan berkurang. Data aktual dimulai dari 2020 sehingga rentang waktu perbaikan skenario pada tahun 2020-2035. Dalam setiap skenario, menambah model baru ke dalam model utama untuk mengetahui perilaku sistem. Model disetiap skenario adalah model utama dengan perbaikan

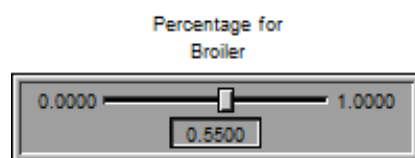
##### **1. Skenario 1**

Telur dan daging ayam memenuhi kebutuhan protein hewani masyarakat hingga 53% disebabkan harga telur dan daging dapat dijangkau oleh masyarakat. Pada tahun 2019 Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian dan Kementerian Pertanian membuat Gerakan Makan (Gema) 100 juta telur, sehingga permintaan telur akan

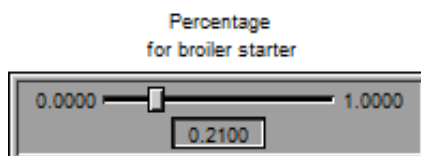
meningkat. Maka dari itu ketersediaan telur dan daging ayam harus dijaga ataupun ditingkatkan produksinya. Skenario 1 membahas mengenai pemenuhan kebutuhan permintaan telur dan daging ayam dengan melakukan modifikasi pada persentase produksi pada industri pakan ayam petelur dan pedaging. Tabel 5.1 menunjukkan bahwa pada tahun 2027 kebutuhan pakan untuk ayam pedaging lebih besar 5% dibandingkan dengan ayam petelur. Sehingga pada skenario 1 produksi pakan ternak untuk ayam pedaging dinaikkan sebesar 5%.

Tabel 5.1 Kebutuhan Pakan Ayam Petelur dan Pedaging

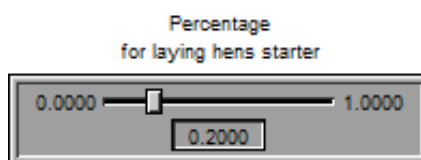
Tahun	<i>Laying Hens Consumption (tons)</i>	<i>Broiler Consumption (tons)</i>	Selisih	%
2027	1,535,471,813.88	1,616,945,012.36	81,473,198.48	5%



(a)



(b)



(c)

Gambar 5.1 *Interface* Persentase Produksi Pakan (a,b,c)

Gambar 5.1 menunjukkan *interface* dari perubahan persentase produksi pakan. Pada model eksisting persentase pembagian produksi pakan ayam pedaging dan petelur masing-masing sebesar 50%. Dalam skenario 1 pada Gambar (a) persentase ayam pedaging dinaikkan 5% menjadi 55%. Selain mengubah persentase pakan untuk ayam pedaging dilakukan juga uji coba untuk mendapatkan persentase

untuk pakan ayam pedaging fase *starter* Gambar (b), fase *starter* diubah menjadi 21% dari awalnya 30%. Hal yang sama dilakukan untuk menemukan persentase yang tepat untuk pakan ayam petelur ditunjukkan pada Gambar (c). Persentase untuk pakan ayam petelur fase *starter* diubah menjadi 20% dari awal kondisi eksisting hanya 10%. Tabel 5.2 dan Tabel 5.3 merupakan hasil perbandingan pemenuhan permintaan daging dan telur ayam kondisi eksisting dan perbaikan skenario 1

Tabel 5.2 Perbandingan Pemenuhan Permintaan Daging Ayam Eksisting dan Perbaikan Skenario 1

Tahun	Pemenuhan (ton)	
	Eksisting	Perbaikan
2007	-106.06	52,558.29
2028	-673.81	52,504.53
2029	-995.95	52,693.72
2030	-1,314.18	52,883.02
2031	-1,384.34	53,315.50
2032	-1,447.90	53,767.91
2033	-1,506.49	54,219.12
2034	-1,317.38	54,910.64
2035	-1,120.89	55,621.89

Tabel 5.3 Perbandingan Pemenuhan Permintaan Telur Ayam Eksisting dan Perbaikan Skenario 1

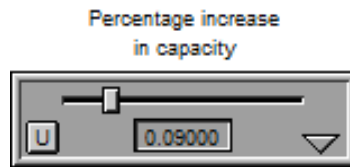
Tahun	Pemenuhan (ton)	
	Eksisting	Perbaikan
2027	8,931.91	86,851.97
2028	5,791.21	83,272.90
2029	2,838.01	79,867.51
2030	-29.65	76,533.41
2031	-2,673.25	73,408.70
2032	-5,257.02	70,328.65
2033	-7,895.50	67,178.26
2034	-10,318.89	64,226.85
2035	-12,776.16	61,224.90

Provinsi Jawa Timur memiliki potensi untuk menghasilkan produksi telur dan daging ayam yang cukup besar. Dapat dilihat pada Tabel 5.2 dengan melakukan skenario 1, Jawa Timur menghasilkan tambahan produksi daging ayam rata-rata

sekitar 76,031.39 ton per tahunnya dan 54,704.62 ton untuk telur ayam. Dengan potensi produksi telur dan daging ayam menggunakan skenario perbaikan 1 provinsi Jawa Timur dapat melakukan ekspansi ekspor ke provinsi lainnya.

## 2. Skenario 2

Skenario 2 membahas mengenai pemenuhan kebutuhan permintaan telur dan daging ayam dengan melakukan penambahan kapasitas produksi industri pakan ternak. Berdasarkan data Gabungan Pengusaha Makanan Ternak (GPMT) Industri pakan ternak tumbuh sekitar 6 persen pada setiap tahunnya. Rencana jangka panjang PT.X untuk memenuhi kebutuhan pakan ternak yaitu dengan mendirikan pabrik pakan ternak baru di daerah Ngawi, Jawa Timur. Pabrik baru ini berkapasitas produksi sekitar 500.000 ton hingga 600.000 ton. Sehingga pada skenario ini dilakukan penambahan kapasitas produksi sebesar 9% atau sebanyak 540,000 Ton. Gambar 5.2 menunjukkan interface dari persentase penambahan kapasitas produksi.



Gambar 5.2 *Interface* Persentase Penambahan Kapasitas Produksi

Tabel 5.4 Perbandingan Produksi Daging Ayam Eksisting dan Perbaikan Skenario

2

Tahun	Pemenuhan (ton)	
	Eksisting	Perbaikan
2027	-106.06	94,958.79
2028	-673.81	105,568.03
2029	-995.95	116,416.42
2030	-1,314.18	127,242.79
2031	-1,384.34	136,679.48
2032	-1,447.90	146,231.59
2033	-1,506.49	155,665.20
2034	-1,317.38	165,200.47
2035	-1,120.89	174,971.13



Tabel 5.5 Perbandingan Produksi Telur Ayam Eksisting dan Perbaikan Skenario 2

Tahun	Pemenuhan (ton)	
	Eksisting	Perbaikan
2027	8,931.91	121,037.37
2028	5,791.21	138,061.92
2029	2,838.01	155,909.18
2030	-29.65	174,497.17
2031	-2,673.25	193,985.12
2032	-5,257.02	214,230.00
2033	-7,895.50	235,139.30
2034	-10,318.89	257,005.45
2035	-12,776.16	279,602.80

Penambahan kapasitas produksi pakan ternak membuat potensi provinsi Jawa Timur dalam menghasilkan produksi telur dan daging ayam semakin besar hal ini sesuai dengan apa yang di tunjukkan pada Tabel 5.4 dan

Tabel 5.5. Potensi tambahan hasil produksi daging ayam rata-rata sebesar 138,977.88 ton per tahunnya, sedangkan untuk potensi tambahan hasil produksi telur ayam rata-rata sebesar 198.984.18 ton pada setiap tahunnya. Dengan penambahan kapasitas produksi ini provinsi Jawa Timur dapat melakukan ekspansi ekspor ke provinsi lainnya ataupun memasok provinsi yang telah menjadi *stakeholder* dengan kuantitas yang lebih banyak.

### 3. Skenario 3

Selain membahas pemenuhan permintaan telur dan daging ayam pada penelitian ini juga dibahas bagaimana skenario dalam pemenuhan kebutuhan jagung yang digunakan sebagai bahan baku industri pakan ternak. Pada Tabel 5.6 menunjukkan bahwa jumlah impor jagung dalam memenuhi kebutuhan industri pakan ternak semakin lama semakin meningkat.

Tabel 5.6 Produksi Jagung dan Impor Jagung

Tahun	Produksi Jagung (ton)	Impor Jagung untuk Produksi Pakan (ton)
2020	6,669,449.92	379,364.36
2021	6,593,054.42	299,621.18
2022	6,521,622.21	332,220.03
2023	6,438,771.68	362,778.23

Tabel 5.6 Produksi Jagung dan Impor Jagung (lanjutan)

Tahun	Produksi Jagung (ton)	Impor Jagung untuk Produksi Pakan (ton)
2024	6,361,943.56	391,351.11
2025	6,290,921.38	424,491.33
2026	6,225,494.84	455,222.57
2027	6,165,459.72	483,631.45
2028	6,110,617.82	509,802.07
2029	6,060,776.86	533,816.11
2030	6,015,441.41	555,752.87
2031	5,974,783.80	575,689.26
2032	5,938,625.37	593,823.44
2033	5,906,546.38	610,086.48
2034	5,878,435.42	624,549.85
2035	5,853,969.71	637,381.45

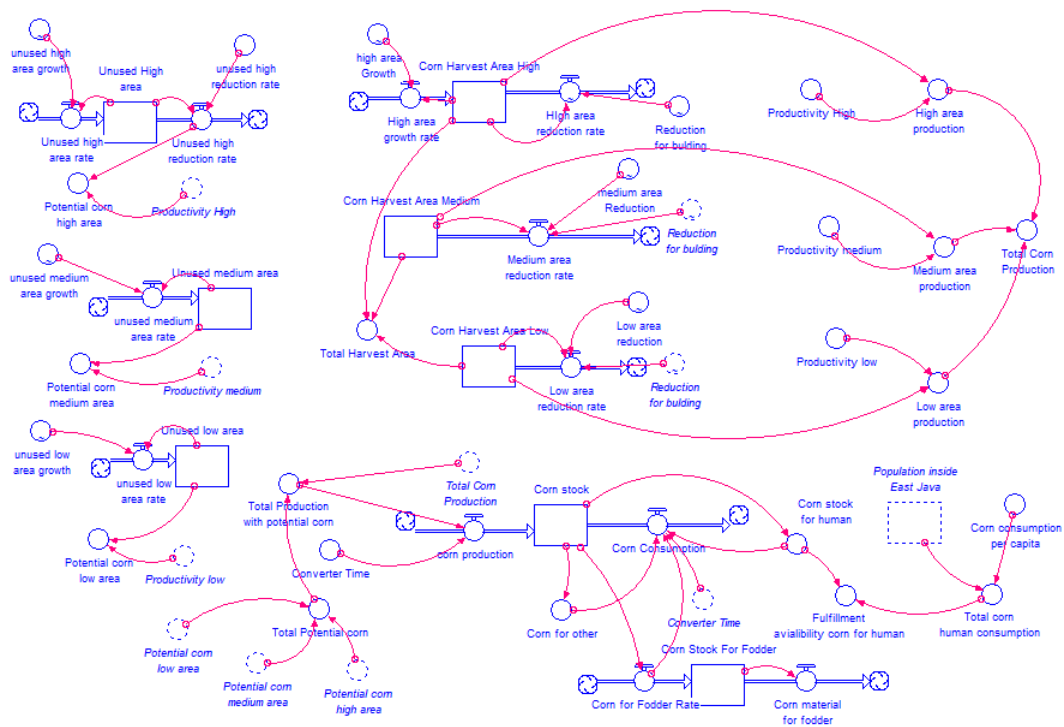
Skenario 3 ini akan dibahas mengenai bagaimana memanfaatkan potensi lahan yang tidak terpakai. Skenario ini sesuai kebijakan pemerintah provinsi Jawa Timur, yaitu akan mempercepat pembuatan Peraturan Daerah (Perda) tentang Lahan Pangan Produktif Berkelanjutan (LP2B) dengan adanya perda LP2B maka para pemilik lahan tidak bisa mengalihfungsikan lahan pertanian produktif menjadi lahan tidak produktif dengan mudah. Selain itu pada Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur No. 5 Tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi telah ditetapkan area lahan pertanian yang tidak dapat dialihfungsikan untuk kepentingan lainnya. Provinsi Jawa Timur memiliki lahan tidak terpakai yang dapat digunakan untuk potensi lahan untuk menanam jagung. Tabel 5.7 menyajikan rekapitulasi lahan tidak terpakai di provinsi Jawa Timur. Pada skenario ini dilakukan *forecast* untuk potensial lahan tidak terpakai tahun 2020 hingga 2035. *Forecast* dilakukan dengan software Minitab dengan *time series*.

Tabel 5.7 Lahan Tidak Terpakai Provinsi Jawa Timur

Tahun	Lahan Tidak Terpakai (hektar)			Total (hektar)
	Produktivitas rendah	Produktivitas medium	Produktivitas Tinggi	
2012	6,974.00	708.00	3,093.00	10,775.000
2013	6,810.00	918.00	3,083.00	10,811.000
2014	6,858.00	1,480.00	3,132.00	11,470.000

Tabel 5.7 Lahan Tidak Terpakai Provinsi Jawa Timur (lanjutan)

Tahun	Lahan Tidak Terpakai (hektar)			Total (hektar)
	Produktivitas rendah	Produktivitas medium	Produktivitas Tinggi	
2015	9,144.00	1,501.00	3,368.00	14,013.000
2016	9,122.00	1,231.00	3,419.00	13,772.000
2017	8,061.00	1,882.00	2,868.00	12,811.000
2018	8,605.00	3,225.70	2,579.00	14,409.700



Gambar 5.3 Diagram Simulasi Skenario 3

Gambar 5.3 merupakan diagram simulasi dalam penambahan lahan tanam jagung yang tidak terpakai untuk digunakan sebagai lahan potensial dalam menghasilkan jagung. Luas lahan tidak terpakai juga dibagi menjadi tiga, sesuai dengan produktivitasnya. Luas lahan tidak terpakai akan ditambahkan kedalam model utama untuk kemudian dilakukan simulasi perbaikan. Tabel 5.8 memberikan informasi luasan lahan tidak terpakai berdasarkan klasifikasi produktivitas lahan tersebut dan juga total produksi dari luas lahan yang tidak terpakai. Sedangkan

Tabel 5.9 menunjukkan jumlah total produksi jagung sebelum dan sesudah menambahkan lahan tidak terpakai.

Tabel 5.8 Luas Lahan Tidak Terpakai dan Total Produksi

Tahun	Lahan tidak terpakai ( <i>low</i> ) (Hektar)	Lahan tidak terpakai ( <i>medium</i> ) (Hektar)	Lahan tidak terpakai ( <i>high</i> ) (Hektar)	Total Produksi Jagung dari Lahan Tidak terpakai (ton)
2020	9,622.70	7,550.56	839.95	60,277.88
2021	10,584.97	8,788.85	755.95	68,693.46
2022	11,643.46	10,133.55	680.36	77,871.56
2023	12,807.81	11,582.64	612.32	87,821.97
2024	14,088.59	13,134.72	551.09	98,559.58
2025	15,497.45	14,789.69	495.98	110,108.58
2026	17,047.19	16,549.67	446.38	122,506.96
2027	18,751.91	18,403.23	401.74	135,725.66
2028	20,627.11	20,372.37	361.57	149,911.37
2029	22,689.82	22,429.98	325.41	164,960.24
2030	24,731.90	24,605.69	292.87	180,577.73
2031	26,957.77	26,869.42	263.58	197,047.53
2032	29,114.39	29,233.93	237.23	213,891.43
2033	31,152.40	31,718.81	213.5	231,104.39
2034	33,644.59	31,718.81	192.15	236,448.55
2035	35,999.71	31,718.81	172.94	241,499.42

Tabel 5.9 Total Produksi Eksisting dan Perbaikan Skenario 3

Tahun	Total Produksi Eksisting (Ton)	Total Produksi Skenario 3 (Ton)
2020	6,669,449.92	6,729,727.80
2021	6,593,054.42	6,661,747.88
2022	6,521,622.21	6,599,493.77
2023	6,438,771.68	6,526,593.65
2024	6,361,943.56	6,460,503.14
2025	6,290,921.38	6,401,029.96
2026	6,225,494.84	6,348,001.80
2027	6,165,459.72	6,301,185.37
2028	6,110,617.82	6,260,529.18
2029	6,060,776.86	6,225,737.11
2030	6,015,441.41	6,196,019.13
2031	5,974,783.80	6,171,831.32
2032	5,938,625.37	6,152,516.81
2033	5,906,546.38	6,137,650.76
2034	5,878,435.42	6,114,883.97
2035	5,853,969.71	6,095,469.13

Tabel 5.9 menunjukkan hasil perbandingan total produksi dari kondisi eksisting dengan hasil simulasi perbaikan skenario 3 dengan memanfaatkan lahan yang tidak terpakai menjadi lahan potensial jagung. Lahan potensial dapat memberikan nilai tambah pada produksi jagung dengan rata-rata 148,562.89 ton per tahunnya. Tabel 5.10 dibawah ini merupakan nilai impor perbandingan hasil kondisi eksisting dan kondisi simulasi dari skenario 3.

Tabel 5.10 Perbandingan Nilai Impor Kondisi Eksisting dan Kondisi Simulasi Skenario 3

Tahun	Impor (ton)		Nilai Penurunan Impor Skenario 3	%
	Aktual	Perbaikan		
2020	379,364.36	360,925.30	18,439.06	5%
2021	299,621.18	278,537.76	21,083.42	7%
2022	332,220.03	308,108.88	24,111.15	7%
2023	362,778.23	335,300.85	27,477.38	8%
2024	391,351.11	360,202.49	31,148.62	8%
2025	424,491.33	389,362.54	35,128.79	8%
2026	455,222.57	415,798.74	39,423.83	9%
2027	483,631.45	439,588.01	44,043.44	9%
2028	509,802.07	460,799.28	49,002.79	10%
2029	533,816.11	479,525.85	54,290.26	10%
2030	555,752.87	495,788.33	59,964.54	11%
2031	575,689.26	509,705.16	65,984.10	11%
2032	593,823.44	521,592.35	72,231.09	12%
2033	610,086.48	531,267.47	78,819.01	13%
2034	624,549.85	538,993.28	85,556.57	14%
2035	637,381.45	544,939.69	92,441.76	15%

Dengan memanfaatkan lahan tidak terpakai menjadi lahan potensial, impor jagung mengalami penurunan sekitar 5% hingga 15% untuk memenuhi kebutuhan industri pakan ternak.

#### 4. Skenario 4

Skenario 4 membahas mengenai bagaimana pemenuhan kebutuhan jagung sebagai bahan baku produksi industri pakan ternak dengan melakukan peningkatan produktivitas. Pada skenario ini dilakukan peningkatan produktivitas jagung dengan cara melakukan sistem tanam rapat. Menurut Suroto, dkk (1988) Salah satu

usaha untuk meningkatkan produktivitas jagung dapat dilakukan dengan melakukan perbaikan pada tingkat kerapatan tanaman per satuan luas. Jarak tanam jagung yang diterapkan di Indonesia adalah dalam satu baris sekitar 20 cm dan jarak antar baris 75 cm atau 20 cm x 70 cm (Balitbangtan, 2016). Sistem tanam rapat menggunakan jarak dalam satu baris 15 cm dan jarak antar baris hanya 60 cm. Dengan menggunakan sistem tanam rapat ini produktivitas jagung akan meningkat sebesar 25% hingga 50%. Skenario peningkatan produktivitas lahan ini digunakan untuk lahan *medium area* dan lahan *low area*. Hal ini dilakukan dengan harapan seluruh lahan jagung di Jawa Timur mampu memiliki produktivitas yang maksimal. Tabel 5.11 memberikan perbandingan antara kondisi eksisting dan perbaikan dari hasil skenario 4.

Tabel 5.11 Total Produksi Eksisting dan Perbaikan Skenario 4

Tahun	Total Produksi Eksisting (Ton)	Total Produksi Skenario 3 (Ton)
2020	6,669,449.92	7,358,323.86
2021	6,593,054.42	7,253,044.60
2022	6,521,622.21	7,153,871.61
2023	6,438,771.68	7,040,326.89
2024	6,361,943.56	6,934,210.36
2025	6,290,921.38	6,835,250.44
2026	6,225,494.84	6,743,183.25
2027	6,165,459.72	6,657,752.49
2028	6,110,617.82	6,578,709.40
2029	6,060,776.86	6,505,812.57
2030	6,015,441.41	6,438,441.67
2031	5,974,783.80	6,376,811.06
2032	5,938,625.37	6,320,696.34
2033	5,906,546.38	6,269,571.74
2034	5,878,435.42	6,223,296.93
2035	5,853,969.71	6,181,467.32

Tabel 5.11 menunjukkan hasil total produksi perbandingan dari kondisi eksisting dengan hasil simulasi perbaikan skenario 4 yaitu dengan meningkatkan produktivitas lahan menjadi 25% pada lahan *medium* dan *low* dengan cara melakukan sistem tanam rapat. Sehingga dapat memberikan nilai tambah pada produksi jagung dengan rata-rata 491,553.50 ton per tahunnya, dengan potensi menambah produktivitas ini maka dapat menekan nilai impor. Tabel 5.12

memberikan informasi nilai impor perbandingan hasil kondisi eksisting dan kondisi simulasi dari skenario 4.

Tabel 5.12 Perbandingan Nilai Impor Kondisi Eksisting dan Kondisi Simulasi Skenario 4

Tahun	Impor (ton)		Nilai Penurunan Impor Skenario 4	%
	Aktual	Skenario 4		
2020	379,364.36	89,790.56	289,573.80	76%
2021	299,621.18	12,046.69	287,574.49	96%
2022	332,220.03	56,670.45	275,549.58	83%
2023	362,778.23	98,782.16	263,996.07	73%
2024	391,351.11	138,451.36	252,899.75	65%
2025	424,491.33	183,869.25	240,622.08	57%
2026	455,222.57	226,315.86	228,906.71	50%
2027	483,631.45	265,899.82	217,731.63	45%
2028	509,802.07	302,726.70	207,075.37	41%
2029	533,816.11	336,899.00	196,917.11	37%
2030	555,752.87	368,516.24	187,236.63	34%
2031	575,689.26	397,674.97	178,014.29	31%
2032	593,823.44	424,623.33	169,200.11	28%
2033	610,086.48	449,275.58	160,810.90	26%
2034	624,549.85	471,721.46	152,828.39	24%
2035	637,381.45	492,171.30	145,210.15	23%

Dengan menggunakan sistem tanam rapat maka produksi jagung pada setiap tahunnya mengalami peningkatan yang cukup signifikan sehingga menyebabkan nilai impor jagung mengalami penurunan hingga 96%.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dari keseluruhan penelitian yang berkaitan dengan tujuan penelitian. Pada bab ini juga akan diberikan rekomendasi kepada pihak terkait berdasarkan hasil penelitian untuk perbaikan kebijakan kedepan.

#### **6.1 Kesimpulan**

Penelitian ini berfokus pada pengembangan model dinamis untuk ketersediaan jagung dan komoditas ayam yaitu telur dan daging ayam. Selain melakukan pengembangan model, penelitian ini juga memberikan usulan skenario kebijakan untuk mencapai ketersediaan jagung sebagai bahan baku pakan ayam serta ketersediaan telur dan daging ayam. Kesimpulan penelitian ini sebagai berikut:

1. Hasil simulasi memproyeksikan bahwa lahan untuk menanam jagung akan terus berkurang pada setiap waktunya yang disebabkan oleh alih fungsi lahan sebagai pemukiman, perkantoran maupun pertokoan dengan jumlah sebesar sekitar 2900 hektar/tahun, hal ini menyebabkan berkurangnya produksi jagung pada setiap tahunnya. Industri pakan ternak yang berada di Jawa Timur membutuhkan jagung sebagai bahan baku produksi mereka sebesar 3,000,000 ton setiap tahunnya, namun pada kenyataannya produksi jagung di Jawa Timur belum mampu mencukupinya sehingga perusahaan harus melakukan impor antar provinsi maupun impor dari luar negeri. Pada tahun 2021 impor jagung untuk kebutuhan industri pakan ternak mengalami kenaikan hingga beberapa tahun berikutnya.
2. Hasil simulasi pada submodel ayam yang menghasilkan telur dan daging ayam memperlihatkan bahwa pada tahun 2027 Jawa Timur mengalami kekurangan untuk memasok ke daerah lainnya seperti Jawa Tengah, Maluku, Maluku Utara, Papua Barat, dan Papua. Sedangkan untuk telur ayam, Jawa Timur mulai mengalami kekurangan memasok telur ayam ke

provinsi DKI Jakarta, Jawa Barat, DI Yogyakarta, Banten, NTB, NTT, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur dan Maluku pada tahun 2030. Perlunya tindakan preventif untuk mencegah kekurangan ini terjadi dimulai pada satu tahun sebelumnya.

3. Skenario perbaikan 1 yaitu dengan mengoptimalkan persentase pembagian produksi pakan ayam pedaging dan petelur dapat menghasilkan potensi penambahan produksi telur bertambah rata-rata 76,031.39 ton mulai pada tahun 2027 hingga 2035. Sedangkan untuk potensi penambahan produksi daging ayam rata-rata sebesar 54,704.62 ton.
4. Hasil simulasi skenario perbaikan 2 yaitu dengan melakukan penambahan kapasitas pakan sebesar 9% maka potensi penambahan hasil produksi telur dan daging ayam provinsi Jawa Timur rata-rata sebesar 138,977.88 ton dan 198,984.18 ton pada setiap tahunnya dimulai pada tahun 2027 hingga 2035.
5. Hasil simulasi skenario perbaikan 3 yaitu melakukan pemanfaatan lahan tidak terpakai sebagai lahan potensial produksi jagung. Dengan melakukan skenario 3 ini potensi penambahan hasil produksi jagung memberikan nilai tambah rata-rata sebesar 148,562.89 ton per tahunnya dan dapat menurunkan impor jagung hingga 15%.
6. Hasil simulasi skenario perbaikan 4 yaitu dengan meningkatkan produktivitas lahan jagung sebesar 25% dengan melakukan sistem tanam rapat. Melalui simulasi skenario perbaikan 4 potensi penambahan hasil produksi jagung rata-rata sebesar 491,553.50 ton per tahunnya dan dapat menurunkan impor jagung hingga 96%.

## **6.2 Saran**

Saran untuk rekomendasi dalam penelitian yang akan datang yaitu penelitian ini hanya berfokus pada perhitungan kuantitas produksi dalam pemenuhan ketersediaan jagung, telur dan daging ayam, untuk penelitian kedepannya sebaiknya juga meninjau biaya dari skenario perbaikan yang di usulkan. Penelitian ini tidak melihat dari sisi petani jagung dan peternak ayam, penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan kesejahteraan mereka yang dapat dilihat dari keuntungan.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, K. and Strutt, A. (2014) 'Food security policy options for China : Lessons from other countries', *Journal of Food Policy*. Elsevier Ltd, 49, pp. 50–58. doi: 10.1016/j.foodpol.2014.06.008.
- Arshad, F. M., Alias, E. F., Noh, K. M., & Tasrif, M. (2011). Food security: self-sufficiency of rice in Malaysia, *18*(2), 83–100.
- Avianto, T. W., Putro, U. S., & Hermawan, P. (2017). Development of Spatial-System Dynamics Model for Food Security Policy in Indonesia : A Generic Sub-Model Simulation, *16*(2), 157–170.
- Barlas, Y. (1996). Formal aspects of model validity and validation in system dynamics, *12*(3), 183–210.
- Balitbangtan, (2016). Pendoman Pendekatan Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) Jagung. Departemen Pertanian: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
- Berry, E.M., Dernini, S., Burlingame, B., Meybeck, A., Conforti, P., (2015). Food security and sustainability: can one exist without the other? *Public Health Nutr.* 18, 2293–2302.
- BPS. (2015). Produksi Jagung Menurut Provinsi 1993-2015. In: BPS (ed) *Tanaman Pangan*. Indonesia: BPS
- BPS. (2017). Laju Pertumbuhan Penduduk menurut Provinsi 1971-2016. In: BPS (ed) *Kependudukan*. Indonesia: BPS
- BPS. (2018a). Produksi Daging Ayam Menurut Provinsi 2009-2018. In: BPS (ed) *Peternakan*. Indonesia: BPS
- BPS. (2018b). Rata-Rata Konsumsi per Kapita Seminggu Beberapa Macam Bahan Makanan Penting, 2007-2018. In: BPS (ed) *Konsumsi dan Pengeluaran*. Indonesia: BPS
- BPS. (2018c). Produksi Telur Ayam Petelur Menurut Provinsi, 2009-2018. In: BPS (ed) *Peternakan*. Indonesia: BPS
- BPS. (2018d). Produksi Daging Ayam Menurut Provinsi, 2009-2018. In: BPS (ed) *Peternakan*. Indonesia: BPS

- BPS. (2018e). Survei Sosial Ekonomi Nasional (Susenas) Tahun 2017. In: BPS (ed) Statistik Rumah Tangga. Indonesia: BPS
- Case, T., & Oyo, B. (2018). Food Security Policy Analysis Using System Dynamics :, *11*(1), 72–90. <https://doi.org/10.4018/IJITSA.2018010104>
- Coyle, R. (1996). System Dynamic Modeling: A Practical Approach. London:Chapman & Hall
- Departemen Pertanian. (2018). *Laporan Tahunan Kementerian Pertanian*. Surabaya: Departemen Pertanian Provinsi Jawa Timur.
- FAO, (1997). *The food system and factors affecting household food security and nutrition. Agriculture, food and nutrition for Africa: A resource book for teachers of agriculture*, Rome, Agriculture and Consumer Protection Department.
- FAO, (2000). Handbook for Defining and Setting up a Food Security Informasi and Early Warning System. Rome:FAO
- FAO, (2002). The State of Food Insecurity in the World 2001. FAO, Rome.
- FAO,(2010). Guidelines for Measuring Household and Individual Dietary Diversity. FAO, Rome.
- FAO, (2009). Declaration of the World Food Summit on Food Security. FAO, Rome.
- FAO, (2008). Food Security Information for Action Practical Guides:
- Forrester, J., (1961). *Industrial Dynamics*, Cambridge, MIT Press.
- Gregory, P.J., Ingram, J.S.I., and M. Brklacich, (2005). “Climate change and food security,” *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1463), 2139–2148
- Guma, I. P., Rwashana, A. S. and Oyo, B. (2016) ‘Household Food Security Policy Analysis : A System Dynamics Perspective’, *5*(07).
- Isaini, M. *et al.* (2012) ‘Implementasi Sistem Dinamik Untuk Analisis Ketersediaan Pangan (Umbi-Umbian) Sebagai Pengganti Konsumsi Beras Untuk Mencukupi Kebutuhan Pangan ( Studi Kasus Jawa Timur )’, *1*(1), pp. 1–5.
- Kementerian Pertanian, (2015). Rencana Strategis Badan Ketahanan Pangan 2010-2014. Jakarta: Kementerian Pertanian Republik Indonesia
- Law, A. M. (2007). Simulation Modeling and analysis (4<sup>th</sup> ed). New York:

McGraw-Hill

- Li, H., & Zhang, X. (2017). *A spatial explicit assessment of food security in Africa based on simulated crop production and distribution*. *Journal of Cleaner Production*, 147, 628–636. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.124>
- LIPI, (2018). WNPg XI Rekomendasi Angka Kecukupan Gizi dan Masukan Rumusan RPJMN 2020-2024. Jakarta: Humas LIPI
- Maxwell, D., Smith, M., (1992). Household food security: a conceptual review. In: Maxwell, S., Frankenberger, T.R. (Eds.), *Household Food Security: Concepts, Indicators, Measurements: A Technical Review*. UNICEF and IFAD, New York and Rome.
- Prabowo, Dwi W (2014). *Pengelompokan Komoditi Bahan Pangan Pokok Dengan Metode Analytical Hierarchy Process*. Jakarta: Kementerian Perdagangan.
- Rasyaf, M. (2007a). *Beternak Ayam Pedaging*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Rasyaf, M. (2007b). *Beternak Ayam Petelur*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Renzaho, A. M. N., & Mellor, D. (2010). *Food security measurement in cultural pluralism: Missing the point or conceptual misunderstanding?* *Nutrition*, 26(1), 1–9. doi:10.1016/j.nut.2009.05.001
- Sahle, M., Yeshitela, K., & Saito, O. (2018). Mapping the supply and demand of Enset crop to improve food security in Southern Ethiopia, 1–9.
- Schreckengost, R.C. (1985). *Dynamics Simulation Model : How Valid Are They?* Washington DC: US Government Printing Office.
- Sterman, J. D. (2000). *Business Dynamic*. United States: McGraw-Hill
- Suci, D. M., dan Hermana, W., (2012). *Pakan Ayam*. Penebar Swadaya, Jakarta
- Suryani, Erma; Chou, Shuo-Yan; Chen, Chih-Hsien, 2012, *Dynamic Simulation of Air Cargo Demand Forecast, The 3rd Annual Indonesian Scholars Conference*, Taiwan
- Sutoro, Y., et al. (1988). *Budidaya Tanaman Jagung*. Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan . Bogor
- Tamalludin, F. (2014). *Panduan Lengkap Ayam Broiler*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- United Nations, (1975). *Report of the World Food Conference, Rome, 5–16 November 1974*. United Nations, New York.

- Ustriyana, I. N. G. (2015). Dynamic modeling of rice stock in Bali Province , Indonesia, 7(26), 173–180.
- World Bank, (1986). Poverty and Hunger: Issues and Options for Food Security in Developing Countries. World Bank, Washington, DC.
- Xu, J., & Ding, Y. (2015). Research on Early Warning of Food Security Using a System Dynamics Model : Evidence from Jiangsu Province in China, 80(1), 1–9. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12649>
- Yuen, F. T., & Chan, S. L. (2010). System Dynamics Modelling in CRM : Window Fashions Gallery, 2(2), 77–84.



## LAMPIRAN

### LAMPIRAN A

#### Hubungan Causal Loop Diagram

No	Causal	Impact	Causal	Impact	Relationship
1	Feed mill capacity	Fodder production	↑	↑	+
2	Fodder prouction	Fodder Stock	↑	↑	+
3	Fodder stock	Fodder consumption for chicken	↑	↑	+
4	Material for fodder	Fodder production	↑	↑	+
5	Fodder consumption for chicken	Corn demand	↑	↑	+
6	Corn demand	Corn stock	↑	↓	-
7	Corn stock	Material for fodder	↑	↑	+
8	Material for fodder	Corn consumption for human	↑	↓	-
9	Productivity	Corn production	↑	↑	+
10	Corn harvest area	Corn production	↑	↑	+
11	Corn production	Corn stock	↑	↑	+
12	Corn stock	inter provincial export for corn	↑	↑	+
13	Interprovincial export for corn	inte provincial import for corn	↑	↓	-
14	intre provincial import for corn	Corn stock	↑	↑	+
15	DOC broiler	Broiler starter phase	↑	↑	+
16	Broiler starter death rate	Broiler starter phase	↑	↓	-
17	Broiler starter phase	Fodder consumption for chicken	↑	↑	+
18	Broiler starter phase	broiler finisher phase	↑	↑	+
19	Broiler finisher death rate	broiler finisher phase	↑	↓	-
20	Broiler finisher phase	Broiler ready to chop	↑	↑	+
21	DOC laying hens	Laying hens starter	↑	↑	+
22	Laying hens starter death rate	Laying hens starter	↑	↓	-
23	Laying hens starter	Laying hens grower phase	↑	↑	+
24	Laying hens growth death rate	Laying hens growth phase	↑	↓	-
25	Laying hens growth phase	Laying hens adult phase	↑	↑	+
26	Laying hens adult death rate	Laying hens adult phase	↑	↓	-
27	Laying hens adult phase	Chicken eggs production	↑	↑	+
28	Broiler ready to chop	Chicken meat production	↑	↑	+

<i>No</i>	<i>Causal</i>	<i>Impact</i>	<i>Causal</i>	<i>Impact</i>	<i>Relationship</i>
29	<i>Chicken meat production</i>	<i>Chicken meat stock</i>	↑	↑	+
30	<i>Chicken eggs production</i>	<i>Chicken eggs stock</i>	↑	↑	+
31	<i>Chicken meat stock</i>	<i>Inter provincial export for chicken meat</i>	↑	↑	+
32	<i>Inter provincial export for chicken meat</i>	<i>Inter provincial import for chicken meat</i>	↑	↓	-
33	<i>Inter provincial import for chicken meat</i>	<i>Chicken meat stock</i>	↑	↑	+
34	<i>Chicken eggs stock</i>	<i>Inter provincial export for chicken eggs</i>	↑	↑	+
35	<i>Inter provincial export for chicken eggs</i>	<i>Inter provincial import for chicken eggs</i>	↑	↓	-
36	<i>Inter provincial import for chicken eggs</i>	<i>Chicken eggs stock</i>	↑	↑	+
37	<i>Income</i>	<i>Purchasing power</i>	↑	↑	+
38	<i>Purchasing power</i>	<i>Chicken eggs demand</i>	↑	↑	+
39	<i>Chicken eggs demand</i>	<i>Chicken eggs stock</i>	↑	↓	-
40	<i>Chicken eggs demand</i>	<i>Fulfillment demand</i>	↑	↑	+
41	<i>Fulfillment demand</i>	<i>end mill capacity</i>	↑	↓	-
42	<i>Chicken meat demand</i>	<i>Chicken meat stock</i>	↑	↓	-
43	<i>Chicken meat demand</i>	<i>Price</i>	↑	↑	+
44	<i>Chicken eggs demand</i>	<i>Price</i>	↑	↑	+
45	<i>Population inside East Java</i>	<i>Chicken eggs demand</i>	↑	↑	+
46	<i>Population inside East Java</i>	<i>Chicken meat demand</i>	↑	↑	+

## Lampiran B

### Sumber Data

No.	Variabel	Satuan	Sumber Data
1	<i>Corn harvest area</i>	Hektar	BPS Jawa Timur
2	<i>Corn productivity</i>	Ton/ Hektar	BPS Jawa Timur, Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Jawa Timur
3	<i>Corn production</i>	Ton	BPS Jawa Timur, Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Jawa Timur
4	<i>Corn consumption</i>	Ton	Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Jawa Timur
5	<i>Unused harvest area</i>	Hektar	BPS Jawa Timur, Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Jawa Timur
6	<i>Capacity of feed mills</i>	Ton/ Hektar	Perusahaan X, Y, Z, Dinas Perdagangan
7	<i>Persentase production for fodder</i>	%	Perusahaan X, Y, Z
8	<i>DOC Broiler population</i>	ekor	Dinas Peternakan Jawa Timur, BPS Jawa Timur
9	<i>DOC Laying hens population</i>	ekor	Dinas Peternakan Jawa Timur, BPS Jawa Timur
10	<i>Chicken eggs production</i>	ton	Dinas Peternakan Jawa Timur, BPS Jawa Timur
11	<i>Chicken meat production</i>	ton	Dinas Peternakan Jawa Timur, BPS Jawa Timur
12	<i>Chicken eggs consumption</i>	kg/kapita	BPS Jawa Timur, Outlook Telur Ayam
13	<i>Chicken meat consumption</i>	kg/kapita	BPS Jawa Timur, Outlook Daging Ayam
14	<i>Population</i>	Jiwa	BPS Pusat
15	<i>Chicken eggs demand from outside East Java</i>	Ton	Laporan distribusi perdagangan komositas telur ayam (BPS Pusat)
16	<i>Chicken meat demand from outside East Java</i>	Ton	Laporan distribusi perdagangan komositas daging ayam (BPS Pusat)
17	<i>Income</i>	Rupiah	BPS Pusat
18	<i>Chicken eggs price</i>	Rupiah	Laporan Outlook sub sektor telur (Kementerian Pertanian Indonesia)
19	<i>Chicken meat price</i>	Rupiah	Laporan Outlook sub sektor daging ayam (Kementerian Pertanian Indonesia)
20	<i>Spending for chicken eggs</i>	Rupiah	BPS Jawa Timur, Susenas 2008-2017
21	<i>Spending for chicken meat</i>	Rupiah	BPS Jawa Timur, Susenas 2008-2017

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## Lampiran C

### Formulasi Submodel *Corn Supply*

No.	Variabel	Model Building	Formulasi
1	<i>Corn harvest area high</i>	<i>Stock</i>	$Corn\_Harvest\_Area\_High(t - dt) + (High\_area\_growth\_rate - High\_area\_reduction\_rate) * dt$ <i>INIT Corn_Harvest_Area_High = 209677.00</i>
2	<i>High area growth</i>	<i>Converter</i>	$High\_area\_production = Corn\_Harvest\_Area\_High * Productivity\_High$
3	<i>High area growth rate</i>	<i>Flow</i>	$High\_area\_growth\_rate = Corn\_Harvest\_Area\_High * high\_area\_Growth * Converter\_Time$
4	<i>High area reduction rate</i>	<i>Flow</i>	$High\_area\_reduction\_rate = GRAPH(Corn\_Harvest\_Area\_High * Reduction\_for\_bulding)$ <i>(0.00, 0.00), (10.0, 0.00), (20.0, 0.00), (30.0, 0.00), (40.0, 0.00), (50.0, 0.00), (60.0, 0.00), (70.0, 0.00), (80.0, 0.00), (90.0, 0.00), (100, 0.00)</i>
5	<i>Reduction for building</i>	<i>Converter</i>	$Reduction\_for\_bulding = GRAPH(TIME)$ <i>(2008, 0.00), (2009, 0.00), (2010, 0.00), (2011, 0.00), (2012, 0.00), (2013, 0.00), (2014, 0.00), (2015, 0.00), (2016, 0.00), (2017, 0.00), (2018, 0.00), (2019, 0.035)</i>
6	<i>Productivity high</i>	<i>Flow</i>	$Productivity\_High = 6580$
7	<i>High area production</i>	<i>Converter</i>	$High\_area\_production = Corn\_Harvest\_Area\_High * Productivity\_High$
8	<i>Corn harvest area medium</i>	<i>Stock</i>	$Corn\_Harvest\_Area\_Medium(t) = Corn\_Harvest\_Area\_Medium(t - dt) + (-Medium\_area\_reduction\_rate) * dt$ <i>INIT Corn_Harvest_Area_Medium = 663791</i>
9	<i>Medium area growth</i>	<i>Converter</i>	$medium\_area\_Growth = GRAPH(TIME)$ <i>(2008, 0.00), (2009, 0.067), (2010, 0.063), (2011, 0.059), (2012, 0.054), (2013, 0.048), (2014, 0.041), (2015, 0.032), (2016, 0.023), (2017, 0.012), (2018, 0.002)</i>
10	<i>Medium area reduction rate</i>	<i>Flow</i>	$Medium\_area\_reduction\_rate = Corn\_Harvest\_Area\_Medium * (medium\_area\_Growth + Reduction\_for\_bulding) * Converter\_Time$
11	<i>Productivity medium</i>	<i>Converter</i>	$Productivity\_medium = 5170$
12	<i>Medium area production</i>	<i>Converter</i>	$Medium\_area\_production = Corn\_Harvest\_Area\_Medium * Productivity\_medium$
13	<i>Corn harvest area low</i>	<i>Stock</i>	$Corn\_Harvest\_Area\_Low(t) = Corn\_Harvest\_Area\_Low(t - dt) + (-Low\_area\_reduction\_rate) * dt$ <i>INIT Corn_Harvest_Area_Low = 352291.78</i>
14	<i>Low area growth</i>	<i>Converter</i>	$Low\_area\_Growth = GRAPH(TIME)$ <i>(2008, 0.00), (2009, 0.021), (2010, 0.021), (2011, 0.021), (2012, 0.022), (2013, 0.022), (2014, 0.023), (2015, 0.023), (2016, 0.024), (2017, 0.025), (2018, 0.025)</i>

No.	Variabel	Model Building	Formulasi
15	Low area reduction rate	Flow	$Low\_area\_reduction\_rate = Corn\_Harvest\_Area\_Low * (Low\_area\_Growth + Reduction\_for\_bulding) * Converter\_Time$
16	Productivity low	Converter	$Productivity\_low = 2150$
17	Low area production	Converter	$Low\_area\_production = Productivity\_low * Corn\_Harvest\_Area\_Low$
18	Total corn production	Converter	$Total\_Corn\_Production = (High\_area\_production + Low\_area\_production + Medium\_area\_production)$
19	Corn production rate	Flow	$corn\_production\_rate = Total\_Corn\_Production * Converter\_Time$
20	Corn stock	Stock	$Corn\_stock(t) = Corn\_stock(t - dt) + (corn\_production\_rate - Corn\_Consumption) * dt$ INIT Corn_stock = 4252182000
21	Corn consumption rate	Flow	$Corn\_Consumption = (Corn\_for\_Fodder\_Rate + Corn\_for\_other * Converter\_Time + Corn\_stock\_for\_human * Converter\_Time)$
22	Corn stock for fodder	Stock	$Corn\_Stock\_For\_Fodder(t) = Corn\_Stock\_For\_Fodder(t - dt) + (Corn\_for\_Fodder\_Rate - Corn\_material\_for\_fodder) * dt$ INIT Corn_Stock_For_Fodder = 0
23	Corn for fodder rate	Flow	$Corn\_for\_Fodder\_Rate = Corn\_stock * 0.4 * Converter\_Time$

#### Formulasi Submodel Feed mill

No.	Variabel	Model Building	Formulasi
1	Capacity of feed mill	Converter	$Capacity\_of\_Feed\ mill = 6000000000$
2	Corn material	Converter	$Corn\_material = Capacity\_of\_Feed\ mill * 0.5$
3	Other material	Converter	$Other\_material = Capacity\_of\_Feed\ mill * 0.5$
4	Fulfillment corn for fodder	Converter	$Fulfillment\_availability\_corn\_for\_fodder = Corn\_Stock\_For\_Fodder - Corn\_material$
5	Inter-provincial import corn for fodder	Converter	$Inter\_Provincial\_import\_corn\_for\_fodder = IF(Fulfillment\_availability\_corn\_for\_fodder >= 0) THEN 0 ELSE (-Fulfillment\_availability\_corn\_for\_fodder)$
6	Fodder production rate	Flow	$Fodder\_production\_rate = (Corn\_material + Other\_material) * Converter\_Time$
7	Fodder stock	Stock	$Fodder\_stock(t) = Fodder\_stock(t - dt) + (Fodder\_production\_rate - Fodder\_Supply - Fodder\_for\_non\_Chicken) * dt$ INIT Fodder_stock = 6000000000
8	Fodder for non-chicken rate	Flow	
9	Proportion for non chicken	Converter	$Proportion\_for\_non\_chicken = 0.40$
10	Fodder stock for chicken	Stock	$Fodder\_stock\_for\_Chicken(t) = Fodder\_stock\_for\_Chicken(t - dt) + (Fodder\_Supply - Fodder\_Supply\_2) * dt$ INIT Fodder_stock_for_Chicken = 3600000000

No.	Variabel	Model Building	Formulasi
11	Fodder stock East Java rate	Flow	$Fodder\_Stock\_East\_Java\_Rate = Fodder\_stock\_for\_Chicken * 0.75 * Converter\_Time$
12	Fodder stock for inside East Java	Stock	$Fodder\_Stock\_inside\_East\_Java(t) = Fodder\_Stock\_inside\_East\_Java(t - dt) + (Fodder\_Stock\_East\_Java\_Rate - Fodder\_Consumption\_East\_Java) * dt$ INIT Fodder_Stock_inside_East_Java = 2880000000
13	Chicken consumption	Converter	$Broiler\_Consumption + Laying\_hens\_consumption$
14	Fodder for Broiler	Converter	$Fodder\_For\_Broiler = 0.5 * Fodder\_Stock\_inside\_East\_Java$
15	Fodder for broiler starter phase	Converter	$Fodder\_for\_Broiler\_Starter\_Phase = 0.3 * Fodder\_For\_Broiler$
16	Fodder for broiler finisher phase	Converter	$Fodder\_for\_Broiler\_Finisher\_Phase = 0.7 * Fodder\_For\_Broiler$
17	Fodder for Laying hens	Converter	$Fodder\_For\_Laying\_Hens = 0.5 * Fodder\_Stock\_inside\_East\_Java$
18	Fodder for laying hens starter phase	Converter	$Fodder\_for\_laying\_hens\_starter\_phase = 0.10 * Fodder\_For\_Laying\_Hens$
19	Fodder for laying hens grower phase	Converter	$Fodder\_for\_laying\_hens\_grower\_phase = 0.20 * Fodder\_For\_Laying\_Hens$
	Fodder for laying hens adult phase	Converter	$Fodder\_for\_laying\_hens\_adulth\_phase = 0.70 * Fodder\_For\_Laying\_Hens$

#### Formulasi Submodel Chicken (Broiler)

No	Variabel	Model Building	Formulasi
1	DOC broiler stock	Stock	$DOC\_Broiler\_Stock(t) = DOC\_Broiler\_Stock(t - dt) + (DOC\_broiler\_growth\_rate - DOC\_broiler\_death\_rate) * dt$ INIT DOC_Broiler_Stock = 137916113
2	DOC broiler growth rate	Flow	$DOC\_broiler\_growth\_rate = INT((DOC\_Broiler\_Growth) * Converter\_Time * DOC\_Broiler\_Stock)$
3	DOC broiler growth	Converter	$DOC\_Broiler\_Growth = GRAPH(TIME)$ (2008, 0.062), (2009, 0.058), (2010, 0.055), (2011, 0.052), (2012, 0.05), (2013, 0.047), (2014, 0.045), (2015, 0.043), (2016, 0.041), (2017, 0.04), (2018, 0.037)
4	DOC broiler death rate	Flow	$DOC\_broiler\_death\_rate = INT(DOC\_Broiler\_Stock * (DOC\_Broiler\_Mortality) * Converter\_Time)$
5	DOC Broiler mortality	Converter	$DOC\_Broiler\_Mortality = 0.0015$
6	Broiler starter phase	Stock	$Broiler\_starter\_phase(t) = Broiler\_starter\_phase(t - dt) + (Broiler\_starter\_growth\_rate - Broiler\_starter\_Death\_Rate - Broiler\_starter\_phase\_lives) * dt$ INIT Broiler_starter_phase = 137640280
7	Broiler starter growth rate	Flow	$Broiler\_starter\_growth\_rate = INT(DOC\_Broiler\_Stock * Time\_converter)$
8	Broiler starter death rate	Flow	$Broiler\_starter\_Death\_Rate = INT((broiler\_starter\_mortality * Broiler\_starter\_phas$

No	Variabel	Model Building	Formulasi
			$e) + Mortality_{cz\_Fodder\_Broiler\_Starter\_Phase} * Time\_converter)$
9	Broiler starter mortality	Converter	$broiler\_starter\_mortality = 0.05$
10	Broiler starter phase lives	Flow	$Broiler\_starter\_phase\_lives = INT((((1 - broiler\_starter\_mortality) * Broiler\_starter\_phase - Mortality_{cz\_Fodder\_Broiler\_Starter\_Phase} * Time\_converter)$
11	Broiler finisher phase	Stock	$Broiler\_finisher\_Phase(t) = Broiler\_finisher\_Phase(t - dt) + (Broiler\_starter\_phase\_lives - Broiler\_finisher\_death\_rate - Broiler\_finisher\_phase\_lives) * dt$ $INIT Broiler\_finisher\_Phase = 130758266$
12	Broiler finisher death rate	Flow	$Broiler\_finisher\_death\_rate = INT(((Broiler\_finisher\_Phase * broiler\_finisher\_mortality) + Mortality_{cz\_Fodder\_Broiler\_Finisher\_Phase} * Time\_converter)$
13	Broiler finisher mortality	Converter	$broiler\_finisher\_mortality = 0.05$
14	Broiler finisher phase lives	Flow	$Broiler\_finisher\_phase\_lives = INT((((1 - broiler\_finisher\_mortality) * Broiler\_finisher\_Phase - Mortality_{cz\_Fodder\_Broiler\_Finisher\_Phase} * Time\_converter)$
15	Mortality Broiler finisher phase cause fodder	Converter	$Mortality_{cz\_Fodder\_Broiler\_Starter\_Phase} = INT(IF(Fodder\_for\_Broiler\_Starter\_Phase * Converter\_Chicken >= (Broiler\_starter\_phase * fodder\_phase\_starter)) * Converter\_kg then 0 ELSE (Broiler\_starter\_phase - ((Fodder\_for\_Broiler\_Starter\_Phase / fodder\_phase\_starter) * Converter\_Chicken)))$
16	Broiler ready to chop	Converter	$Broiler\_ready\_to\_chop = Broiler\_finisher\_phase\_lives * Converter\_yr$
17	Broiler consumption	Converter	$Broiler\_Consumption = Broiler\_finisher\_phase\_fodder + Broiler\_starter\_fodder$
18	Chicken meat stock	Stock	$Chicken\_Meat\_Stock(t) = Chicken\_Meat\_Stock(t - dt) + (Chicken\_Meat\_Production\_rate - Chicken\_Meat\_demand\_Rate) * dt$ $INIT Chicken\_Meat\_Stock = 154265125$
20	Chicken meat production rate	Flow	$Chicken\_Meat\_Production\_rate = Chicken\_meat\_production * Time\_converter$
21	Chicken meat demand rate	Flow	$Chicken\_Meat\_demand\_Rate = (Total\_Chicken\_Meat\_Demand + Inter\_Provincial\_export\_for\_meat) * Time\_converter\_2$
22	Fulfillment availability chicken meat	Converter	$Fulfillment\_Availability\_Chicken\_meat = Chicken\_Meat\_Stock - (Total\_Chicken\_Meat\_Demand - Chicken\_Meat\_GAP\_Demand)$
23	Chicken meat GAP demand	Converter	$Chicken\_Meat\_GAP\_Demand = Total\_Chicken\_Meat\_Demand - Total\_Chicken\_Meat\_Purchase$
24	Chicken meat demand East Java	Converter	$Chicken\_meat\_demand\_East\_Java = Population\_inside\_East\_Java * East\_Java\_meat\_consumption$



No	Variabel	Model Building	Formulasi
25	Chicken meat demand outside East Java	Converter	Chicken_meat_demand_outside_East_Java = Bali_demand+Maluku_Demand+North_Maluku_Demand+Papua_Demand+Central_Java_demand+West_Papua_Demand

#### Formulasi Submodel Chicken (Laying hens)

No	Variabel	Model Building	Formulasi
1	DOC laying hens stock	Stock	DOC_Laying_Hens_Stock(t) = DOC_Laying_Hens_Stock(t - dt) + (DOC_laying_growth_hens_rate - DOC_Laying_hens_death_rate) * dt INIT DOC_Laying_Hens_Stock = INT(32807169)
2	DOC laying hens growth rate	Flow	DOC_laying_growth_hens_rate = INT((DOC_Laying_Hens_Stock*(DOC_laying_Hens_Growth))*Converter_Time)
3	DOC laying hens growth	Converter	DOC_laying_Hens_Growth = GRAPH(TIME) (2008, 0.049), (2009, 0.0467), (2010, 0.0446), (2011, 0.0427), (2012, 0.041), (2013, 0.039), (2014, 0.028), (2015, 0.036), (2016, 0.035), (2017, 0.034), (2018, 0.033)
4	DOC laying hens death rate	Flow	DOC_Laying_hens_death_rate = INT(DOC_Laying_Hens_Stock*(DOC_Laying_hens_mortality)*Converter_Time)
5	DOC laying hens mortality	Converter	DOC_Laying_hens_mortality = 0.0015
6	Laying hens starter phase	Stock	Laying_hens_starter_phase(t) = Laying_hens_starter_phase(t - dt) + (Laying_hens_starter_phase_growth_rate - Laying_Hens_Starter_Death_Rate - Laying_hens_starter_phase_lives) * dt INIT Laying_hens_starter_phase = 31000000
7	Laying hens starter phase growth rate	Flow	Laying_hens_starter_phase_growth_rate = INT((DOC_Laying_Hens_Stock)*Time_convert er_2)
8	Laying hens starter death rate	Flow	Laying_Hens_Starter_Death_Rate = INT(((Laying_hens_starter_Mortality*Laying_hens_starter_phase)+Mortality_cz_Fodder_Laying_hens_starter_phase)*Time_convert er_2)
9	Laying hens starter mortality	Converter	laying_hens_starter_Mortality = 0.06
10	Mortality laying hens starter phase cause fodder	Converter	Mortality_cz_Fodder_Laying_hens_starter_phase = INT(IF(Fodder_for_laying_hens_starter_phase*Converter_Chicken>=(Laying_hens_starter_phase*fodder_for_laying_hens_starter_phase))*Converter_kg then 0 ELSE (Laying_hens_starter_phase-((Fodder_for_laying_hens_starter_phase/fodder_for_laying_hens_starter_phase)*Converter_Chicken)))

No	Variabel	Model Building	Formulasi
11	Laying hens starter phase lives	Flow	$Laying\_hens\_starter\_phase\_lives = INT((((1 - laying\_hens\_starter\_Mortality) * Laying\_hens\_starter\_phase) - Mortality\_cz\_Fodder\_Laying\_hens\_starter\_phase) * Time\_converter\_2)$
12	Laying hens grower phase	Stock	$Laying\_Hens\_Growth\_Phase(t) = Laying\_Hens\_Growth\_Phase(t - dt) + (Laying\_hens\_starter\_phase\_lives - laying\_hens\_growth\_death\_rate - Laying\_hens\_growth\_phase\_lives) * dt$ INIT Laying_Hens_Growth_Phase = 25000000
13	Laying hens grower phase lives	Flow	$Laying\_hens\_growth\_phase\_lives = INT((((1 - laying\_hens\_growth\_mortality) * Laying\_Hens\_Growth\_Phase) - Mortality\_cz\_Fodder\_Laying\_hens\_grower\_phase) * Time\_converter\_2)$
14	Laying hens growth death rate	Flow	$laying\_hens\_growth\_death\_rate = INT(((Laying\_Hens\_Growth\_Phase * laying\_hens\_growth\_mortality) + Mortality\_cz\_Fodder\_Laying\_hens\_grower\_phase) * Time\_converter\_2)$
15	Laying hens growth mortality	Converter	$laying\_hens\_growth\_mortality = 0.08$
16	Laying hens adult phase	Stock	$Laying\_hens\_adult\_phase(t) = Laying\_hens\_adult\_phase(t - dt) + (Laying\_hens\_growth\_phase\_lives - Laying\_hens\_adult\_phase\_lives - laying\_hens\_adult\_death\_rate) * dt$ INIT Laying_hens_adult_phase = 24000000
17	Laying hens adult phase lives	Flow	$Laying\_hens\_adult\_phase\_lives = INT((((1 - laying\_hens\_adult\_mortality) * Laying\_hens\_adult\_phase) - Mortality\_cz\_Fodder\_laying\_hens\_adult\_phase) * Time\_converter\_2)$
18	Laying hens adult death rate	Flow	$laying\_hens\_adult\_death\_rate = INT(((Laying\_hens\_adult\_phase * laying\_hens\_adult\_mortality) + Mortality\_cz\_Fodder\_laying\_hens\_adult\_phase) * Time\_converter\_2)$
19	Laying hens adult mortality	Converter	$laying\_hens\_adult\_mortality = 0.07$
20	Mortality laying hens adult phase cause fodder	Converter	$Mortality\_cz\_Fodder\_laying\_hens\_adult\_phase = INT(IF(Fodder\_for\_laying\_hens\_adult\_phase * Converter\_Chicken >= (Laying\_hens\_adult\_phase * fodder\_for\_laying\_hens\_adult\_phase)) * Converter\_kg then 0 ELSE (Laying\_hens\_adult\_phase - ((Fodder\_for\_laying\_hens\_adult\_phase / fodder\_for\_laying\_hens\_adult\_phase) * Converter\_Chicken)))$
21	Laying hens consumption	Converter	$Laying\_hens\_consumption = laying\_hens\_adult\_phase\_fodder + Laying\_hens\_growth\_fodder + laying\_hens\_starter\_fodder$
22	Chicken eggs stock	Stock	$Chicken\_Eggs\_Stock(t) = Chicken\_Eggs\_Stock(t - dt) + (Chicken\_Eggs\_Production\_rate - Chicken\_eggs\_demand\_rate) * dt$ INIT Chicken_Eggs_Stock = 292786000

No	Variabel	Model Building	Formulasi
23	Chicken eggs production rate	Flow	$Chicken\_Eggs\_Production\_rate = Chicken\_eggs\_production * Time\_converter\_2$
24	Chicken eggs production	Converter	$Chicken\_eggs\_production = Laying\_hens\_adult\_phase * eggs\_per\_chicken * converter\_eggs$
25	Eggs per chicken	Converter	$eggs\_per\_chicken = 250$
26	Converter eggs	Converter	$converter\_eggs = 0.05$
27	Chicken eggs demand rate	Flow	$Chicken\_Meat\_demand\_Rate = (Total\_Chicken\_Meat\_Demand + Inter\_Provincial\_export\_for\_meat) * Time\_converter\_2$
28	Chicken eggs demand outside East Java	Converter	$Chicken\_eggs\_Demand\_from\_outside\_East\_Java = DI\_Yogyakarta\_Demand + DKI\_Jakarta\_Demand + West\_java\_Demand + Cetrnal\_kalimantan\_Demand + Malukuu\_Demand + NTT\_Demand + Banten\_Demand + East\_Kalimantan\_Demand + NTB\_Demand$
29	Chicken eggs demand East Java	Converter	$Chicken\_eggs\_demand\_East\_Java = Population\_inside\_East\_Java * East\_Java\_eggs\_consumption$
30	Total chicken eggs demand	Converter	$Total\_chicken\_eggs\_demand = Chicken\_eggs\_demand\_East\_Java + Chicken\_eggs\_Demand\_from\_outside\_East\_Java$
31	Surplus chicken eggs East Java	Converter	$Surplus\_Chicken\_eggs\_east\_java = Chicken\_Eggs\_Stock - Chicken\_eggs\_demand\_East\_Java$
32	Fulfillment availability chicken eggs	Converter	$Fulfillment\_availability\_chicken\_eggs = Chicken\_Eggs\_Stock - (Total\_chicken\_eggs\_demand - Chicken\_eggs\_GAP\_Demand)$

#### Formulasi Submodel Endcustomer

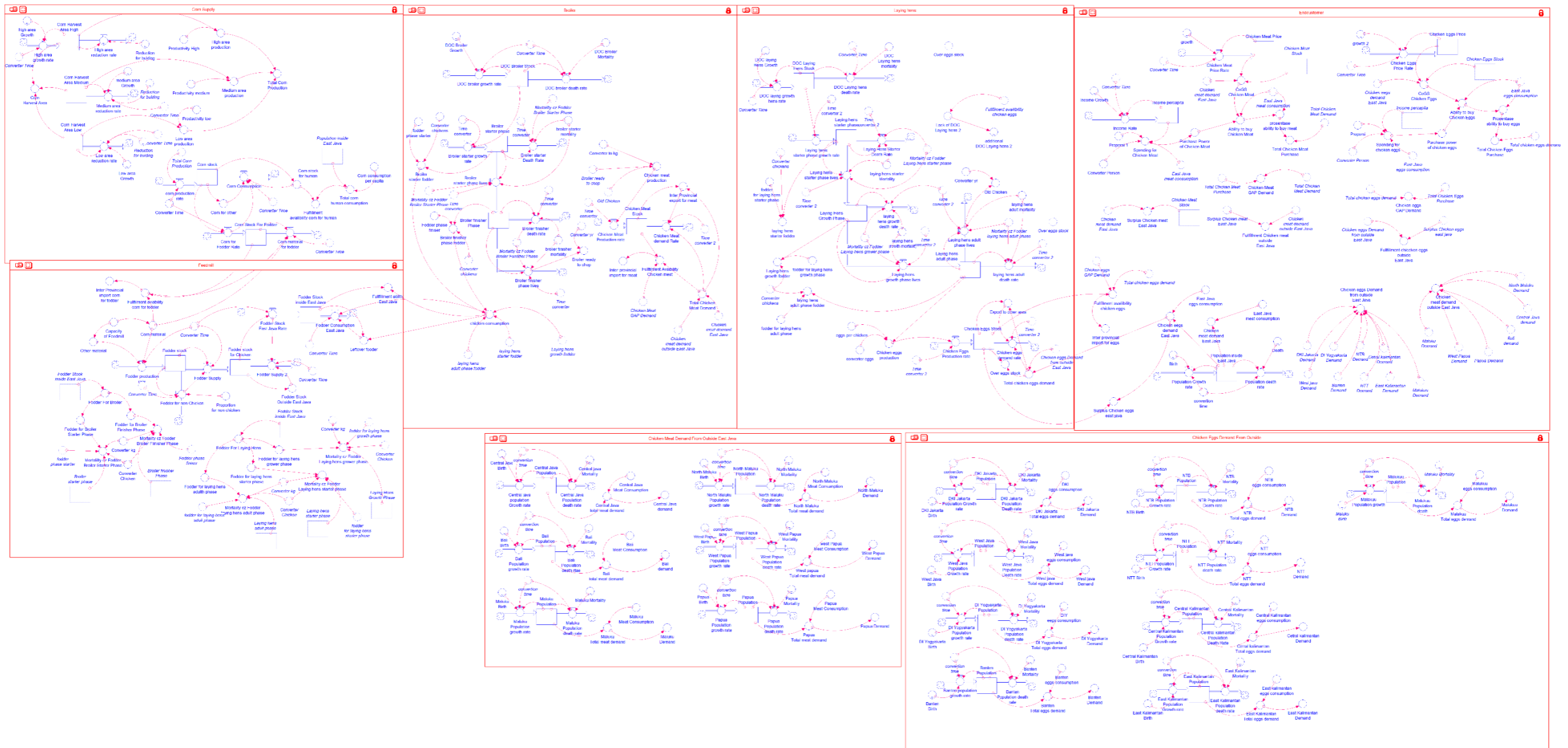
No	Variabel	Model Building	Formulasi
1	Population inside East Java	Stock	$Population\_inside\_East\_Java(t) = Population\_inside\_East\_Java(t - dt) + (Population\_Growth - Population\_death) * dt$ INIT $Population\_inside\_East\_Java = 37094836$
2	Population growth rate	Flow	$Population\_Growth = Population\_inside\_East\_Java * Birth\_rate * conversion\_time$
3	Population death rate	Flow	$Population\_death = Mortality\_rate * Population\_inside\_East\_Java * conversion\_time$
4	Birth	Converter	$Birth\_rate = GRAPH(TIME)$ (2008, 0.013), (2009, 0.0132), (2010, 0.013), (2011, 0.0128), (2012, 0.0126), (2013, 0.0124), (2014, 0.0122), (2015, 0.012), (2016, 0.012), (2017, 0.012), (2018, 0.011)
5	Death	Converter	$Death = GRAPH(TIME)$ (2008, 0.0078), (2009, 0.0078), (2010, 0.0078), (2011, 0.0079), (2012, 0.0079), (2013, 0.008),

No	Variabel	Model Building	Formulasi
			(2014, 0.0081), (2015, 0.0082), (2016, 0.0084), (2017, 0.0085), (2018, 0.0086)
6	East Java eggs consumption	converter	East_Java_eggs_consumption = 6.5
7	East Java meat consumption	Converter	East_Java_meat_consumption = 6.2
8	Chicken meat price	Stock	Chicken_Meat_Price(t) = Chicken_Meat_Price(t - dt) + (Chicken_Meat_Price_Rate) * dt INIT Chicken_Meat_Price = 20832
9	Chicken meat price rate	Flow	Chicken_Meat_Price_Rate = Chicken_Meat_Price*growth*Converter_Time
10	CoGS Chicken meat	Converter	CoGS_Chicken_Meat = IF (Chicken_Meat_Stock > (Chicken_meat_demand_East_Java + (0.15*Chicken_meat_demand_East_Java))) THEN (Chicken_Meat_Price - (Chicken_Meat_Price*0.15)) ELSE IF (Chicken_Meat_Stock < (Chicken_meat_demand_East_Java + (0.15*Chicken_meat_demand_East_Java))) THEN (Chicken_Meat_Price + (Chicken_Meat_Price*0.15)) ELSE Chicken_Meat_Price
11	Ability to buy chicken meat	Converter	Ability_to_buy_Chicken_Meat = IF (CoGS_Chicken_Meat > Purchase_Power_of_Chicken_Meat) THEN ((Purchase_Power_of_Chicken_Meat/CoGS_Chicken_Meat) * East_Java_meat_consumption) ELSE if (CoGS_Chicken_Meat <= Purchase_Power_of_Chicken_Meat) THEN East_Java_meat_consumption Else East_Java_meat_consumption
12	Prosentase ability to buy chicken meat	Converter	prosentase_ability_to_buy_meat = Ability_to_buy_Chicken_Meat/East_Java_meat_consumption
13	Income percapita	Stock	Income_percapita(t) = Income_percapita(t - dt) + (Income_Rate) * dt INIT Income_percapita = 19327089
14	Spending for chicken meat	Converter	Spending_for_Chicken_Meat = (Income_percapita*Proporsi_1)/East_Java_meat_consumption*Converter_Person
15	Total chicken meat purchase	Converter	Total_Chicken_Meat_Purchase = Total_Chicken_Meat_Demand*prosentase_ability_to_buy_meat
16	Chicken eggs price	Stock	Chicken_Eggs_Price(t) = Chicken_Eggs_Price(t - dt) + (Chicken_Eggs_Price_Rate) * dt INIT Chicken_Eggs_Price = 12670
17	Chicken eggs price rate	Flow	Chicken_Eggs_Price_Rate = Chicken_Eggs_Price*growth_2*Converter_Time
18	CoGS Chicken eggs	Converter	CoGS_Chicken_Eggs = IF (Chicken_Eggs_Stock > (Chicken_eggs_demand_East_Java + (0.15*Chicken_eggs_demand_East_Java))) THEN (Chicken_Eggs_Price - (Chicken_Eggs_Price*0.15)) ELSE IF

No	Variabel	Model Building	Formulasi
			$\text{Chicken\_Eggs\_Stock} < (\text{Chicken\_eggs\_demand\_East\_Java} + (0.15 * \text{Chicken\_eggs\_demand\_East\_Java}))$ <p>THEN</p> $(\text{Chicken\_Eggs\_Price} + (\text{Chicken\_Eggs\_Price} * 0.15))$ <p>ELSE Chicken_Eggs_Price</p>
19	Ability to buy chicken eggs	Converter	$\text{Ability\_to\_buy\_Chicken\_Eggs} = \text{IF} (\text{CoGS\_Chicken\_Eggs} > \text{Purchase\_power\_of\_chicken\_eggs}) \text{ THEN } ((\text{Purchase\_power\_of\_chicken\_eggs} / \text{CoGS\_Chicken\_Eggs}) * \text{East\_Java\_eggs\_consumption})$ <p>ELSE if (CoGS_Chicken_Eggs &lt;= Purchase_power_of_chicken_eggs) THEN East_Java_eggs_consumption Else East_Java_eggs_consumption</p>
20	Spending for chicken eggs	Converter	$\text{Spending\_for\_chicken\_eggs} = (\text{Income\_percapita} * \text{Proporsi}) / \text{East\_Java\_eggs\_consumption} * \text{Converter\_Person}$
21	Total chicken eggs purchase	Converter	$\text{Total\_Chicken\_Eggs\_Purchase} = \text{Prosentase\_ability\_to\_buy\_eggs} * \text{Total\_chicken\_eggs\_demand}$
22	Prosentase ability to buy chicken eggs	Converter	$\text{Prosentase\_ability\_to\_buy\_eggs} = \text{Ability\_to\_buy\_Chicken\_Eggs} / \text{East\_Java\_eggs\_consumption}$
23	Chicken eggs GAP demand	Converter	$\text{Chicken\_eggs\_GAP\_Demand} = \text{Total\_chicken\_eggs\_demand} - \text{Total\_Chicken\_Eggs\_Purchase}$
24	Chicken meat GAP demand	Converter	$\text{Chicken\_Meat\_GAP\_Demand} = \text{Total\_Chicken\_Meat\_Demand} - \text{Total\_Chicken\_Meat\_Purchase}$

# LAMPIRAN D

## Stock Flow Diagram- Model keseluruhan



## BIODATA PENULIS



Granita Hajar lahir di Surabaya pada tanggal 23 Juli 1995. Menempuh pendidikan formal di SMP dan SMA Khadijah Surabaya, S1 Teknik Industri Universitas Surabaya (Ubaya) dan S2 Teknik Industri Konsentrasi Manajemen Logistik dan Rantai Pasok Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam berkegiatan di dalam maupun luar kampus, seperti menjadi aktivis lingkungan hidup yang *concern* kepada mangrove. Untuk informasi lebih lanjut mengenai penulis dapat menghubungi melalui email: [granitahjr@gmail.com](mailto:granitahjr@gmail.com)