

TUGAS AKHIR

INTEGRASI MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK KETAHANAN PANGAN BERKELANJUTAN DALAM MITIGASI PENURUNAN *YIELD* SUSU PERAH (Studi Kasus: PT. NAWASENA SATYA PERKASA)



Disusun Oleh :

FIRDA CHUMAIRO

NBI : 1412200230

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2026

TUGAS AKHIR

INTEGRASI MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK KETAHANAN PANGAN BERKELANJUTAN DALAM MITIGASI PENURUNAN YIELD SUSU PERAH (Studi Kasus: PT. NAWASENA SATYA PERKASA)



Disusun Oleh :

FIRDA CHUMAIRO

NBI : 1412200230

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2026

TUGAS AKHIR

INTEGRASI MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK KETAHANAN PANGAN BERKELANJUTAN DALAM MITIGASI PENURUNAN *YIELD* SUSU PERAH (Studi Kasus: PT. NAWASENA SATYA PERKASA)

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Strata Satu (S1) dalam Ilmu Teknik Industri
Pada Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Oleh :

Firda Chumairo
NBI : 1412200230

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

2026

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : Firda Chumairo
NBI : 1412200230
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Industri
Judul Tugas Akhir : INTEGRASI MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK
KETAHANAN PANGAN BERKELANJUTAN DALAM
MITIGASI PENURUNAN *YIELD* SUSU PERAH
(Studi Kasus: PT. NAWASENA SATYA PERKASA)

Tugas Akhir ini Telah Disetujui
Surabaya, 02 Juni 2026

Disetujui Oleh:
Dosen Pembimbing


Ir. Hilyatun Nuha, ST., MT.
NPP. 20410.16.0722

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya


Dr. Ir. Ar. R.A. Retno Hastijanti,
M.T., IPU., IAL., APEC Eng.
NPP. 20440.91.0218

Ketua Program Studi Teknik Industri
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya


Dr. Jaka Purnama, ST., MT.
NPP. 2410.17.0761

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENETAPAN PANITIA PENGUJI TUGAS AKHIR

Nama : Firda Chumairo
NBI : 1412200230
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Industri
Judul Tugas Akhir : INTEGRASI MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK
KETAHANAN PANGAN BERKELANJUTAN DALAM
MITIGASI PENURUNAN *YIELD* SUSU PERAH
(Studi Kasus: PT. NAWASENA SATYA PERKASA)

Tugas Akhir ini telah diuji pada : 10 Juni 2026

Panitia Penguji Tugas Akhir Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Ketua	Ir. Hilyatun Nuha, ST., MT.	NPP : 20410.16.0722
Anggota	Ir. Hery Murnawan, ST., MT.	NPP : 20410.94.0378
	Ir. Putu Eka Dewi Karunia Wati, ST., MT.	NPP : 20410.17.0742

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Firda Chumairo

NBI : 1412200230

Program Studi : Teknik Industri Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Menyatakan bahwa isi dari sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul:

**“INTEGRASI MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK KETAHANAN
PANGAN BERKELANJUTAN DALAM MITIGASI PENURUNAN *YIELD*
SUSU PERAH
(Studi Kasus: PT. NAWASENA SATYA PERKASA)”**

Adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, 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, 10 Juli 2026

Yang membuat pernyataan,

A yellow rectangular official stamp from Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. The stamp features the university's logo (a Garuda) and the text 'UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA' and 'METERA TEMPEL'. A handwritten signature in blue ink is written over the stamp. The stamp also contains the number '3AOX124442841'.

Firda Chumairo

NBI : 1412200230



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. SEMOLOWARU 45
SURABAYA
TELP. 031 593 1800-(Ext 311)
e-mail: perpus@untag-sby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMISI

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Firda Chumairo
NBI : 1412200230
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Industri
Jenis Karya : Skripsi/Tesis/Disertasi/Laporan Penelitian/Praktek²

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Nonexclusive Royalty – Free Right*), atas karya saya yang berjudul:

“INTEGRASI MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK KETAHANAN PANGAN BERKELANJUTAN DALAM MITIGASI PENURUNAN *YIELD* SUSU PERAH (STUDI KASUS: PT. NAWASENA SATYA PERKASA)”

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Nonexclusive Royalty – Free Right*), Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkatan data (*database*), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum nama saya sebagai penulis.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Pada Tanggal : 10 Juli 2026

Yang Menyatakan,



(Firda Chumairo)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan pada kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya telah memberikan kesehatan dan kesempatan, sehingga Tugas Akhir yang berjudul “INTEGRASI MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK KETAHANAN PANGAN BERKELANJUTAN DALAM MITIGASI PENURUNAN *YIELD* SUSU PERAH (Studi Kasus: PT NAWASENA SATYA PERKASA)” dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Industri di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Tugas Akhir ini membahas dua integrasi mengenai faktor pengaruh seluruh rantai pasok peternakan sapi perah terhadap produktivitas dan ketahanan susu berkelanjutan dengan metode *Structural Equation Modeling* dan teknik *Partial Least Squares* (SEM-PLS) menggunakan software SmartPLS, kemudian dilakukan studi lanjut dengan pendekatan sistem dinamis menggunakan software Stella. Penelitian ini diharapkan hasilnya dapat menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

1. Teristimewa, apresiasi, dan rasa terima kasih yang mendalam penulis persembahkan untuk diri penulis sendiri. Terima kasih atas segala kerja keras, ketangguhan, dan konsistensi yang telah diberikan hingga saat ini. Terima kasih karena telah memilih untuk bertahan, tidak menyerah, dan menyelesaikan seluruh Tugas Akhir dengan studi kasus penelitian di Pasuruan, serta selalu percaya pada kemampuan diri sendiri dalam menyelesaikan seluruh proses dan tanggung jawab ini dengan baik dan tepat pada waktunya.
2. Secara khusus, ungkapan terima kasih yang mendalam penulis persembahkan kepada kedua orang tua tercinta, Ayahanda Ahsan Tohari dan Ibunda Sulistyawati, serta kakak-kakak saya yaitu Nurul Wachidah, Aris Faridah, Ivan Affandi, dan kakak ipar Iskar Rofii yang memberikan doa yang tulus dan dukungan moral maupun material, kasih sayang, dan motivasi terbesar dalam setiap langkah hidup penulis, baik dalam perkuliahan maupun kehidupan.
3. Rasa hormat dan terima kasih yang besar penulis haturkan kepada Dosen Pembimbing yaitu Ibu Ir. Hilyatun Nuha, ST., MT. yang dengan penuh kesadaran dan ketersediaan telah meluangkan waktu serta pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi yang sangat berharga dari awal hingga selesainya karya ini.
4. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ir. Hery Murnawan, ST., MT. sebagai Dosen Penguji sekaligus yang memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian di bidang ketahanan pangan atas arahan, masukan, dan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir, serta Dosen Penguji

yaitu Ir. Putu Eka Dewi Karunia Wati, ST., MT. atas arahan bimbingan yang runtun sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya demi kesempurnaan dan perbaikan kualitas dari Laporan.

5. Penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada Universitas, terutama Kepala Program Studi Teknik Industri yaitu Dr. Jaka Purnama, ST., MT. yang memberikan dukungan fasilitas dan kebijakan yang mendukung kelancaran seluruh proses akademik penulis di institusi ini.
6. Penulis turut mengucapkan terima kasih kepada pembimbing penelitian di lapangan yaitu Supervisor, Manajer, dan Kesehatan Hewan PT. Nawasena Satya Perkasa yang berada di Pasuruan telah memberikan izin, bantuan data atau informasi, serta kerja sama yang sangat baik kepada penulis selama melakukan proses penelitian dan pengambilan data di lapangan, sehingga penulis dapat menyusun segala informasi yang diberikan dan praktik terhadap ketahanan pangan susu.
7. Terakhir, terima kasih penulis sampaikan kepada sahabat-sahabat dan seluruh teman-teman seperjuangan angkatan 2022-2026 di Program Studi Teknik Industri, khususnya sahabat yang senantiasa memberikan motivasi, dukungan, diskusi, dan semangat yang selalu menemani penulis dalam suka maupun duka selama ini, serta doa tulus yang senantiasa diberikan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa penulisan maupun pengerjaan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun, serta arahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Diharapkan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, khususnya dalam pengembangan sistem peternakan sapi perah yang produktif dan berkelanjutan pada ketahanan susu terutama peternak sapi perah lokal.

Surabaya, 10 Juli 2026

Firda Chumairo
NBI : 1412200230

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis dan mengoptimalkan rantai pasok serta ketahanan pangan di PT Nawasena Satya Perkasa. Metode penelitian menggunakan pendekatan campuran (*mixed methods*) yaitu analisis kualitatif struktur rantai pasok, diikuti analisis kuantitatif melalui kuesioner skala Likert 1–5 kepada 80 responden menggunakan *Structural Equation Modeling-Partial Least Squares* (SEM-PLS) dengan SmartPLS, serta pemodelan sistem dinamis dengan software Stella. Hasil analisis SEM-PLS menunjukkan seluruh indikator valid dan reliabel ($AVE \geq 0,50$; $Loadings \geq 0,70$; $Alpha \& CR \geq 0,70$). Faktor manajemen pakan menjadi determinan dominan yang signifikan memicu penurunan *yield* susu hingga 7 kali lipat ($T=4,709$; $P=0,000$), terutama akibat keterlambatan pakan ($MP1=0,957$) dan keterbatasan jumlah ($MP2=0,949$). Simulasi Stella mengonfirmasi ketergantungan pasokan yang tinggi, di mana produksi internal baru mencapai 6 ton/hari dan bertumpu pada peternak rakyat sebesar 19 ton/hari demi memenuhi distribusi aktual 25 ton/hari dari total target pasar 100 ton/hari. Skenario mitigasi terbaik dicapai melalui kombinasi Inseminasi Buatan (IB) Serentak dan suntik birahi yang mendongkrak produktivitas harian hingga 375% dalam 12 minggu/bulan serta menaikkan pemenuhan target ke rentang 37%–43,60%. Optimalisasi juga dicapai formulasi pakan presisi berbasis bobot badan (31,2 ton hijauan dan 7,96 ton konsentrat/hari) untuk kapasitas maksimal 1.000 ekor di kandang lama, perluasan 2 unit kandang baru di lahan 4 hektar, serta penjualan sapi ke peternak rakyat dengan margin keuntungan sehat (beli Rp8.000/liter; jual Rp9.000–Rp10.000/liter). Perusahaan disarankan meningkatkan kedisiplinan operasional pakan demi mengoptimalkan faktor *Animal Health and Welfare* (KK) serta menerapkan skenario IB Serentak guna mengamankan target pasokan secara berkelanjutan.

Kata Kunci: Manajemen Rantai Pasok, Peternakan Sapi Perah, Produksi Susu, SEM-PLS, Sistem Dinamis

ABSTRACT

This study aims to analyze and optimize the supply chain and food security at PT Nawasena Satya Perkasa. The research method uses a mixed method approach, qualitative analysis of the supply chain structure, followed by quantitative analysis through a Likert scale questionnaire 1–5 to 80 respondents using Structural Equation Modeling-Partial Least Squares (SEM-PLS) with SmartPLS, and dynamic system modeling with Stella software. The results of the SEM-PLS analysis show that all indicators are valid and reliable ($AVE \geq 0.50$; $Loadings \geq 0.70$; $Alpha \& CR \geq 0.70$). Feed management factors are the dominant determinants that significantly trigger a decrease in milk yield up to 7 times ($T = 4.709$; $P = 0.000$), mainly due to late feed (MP1: 0.957) and limited quantities (MP2: 0.949). Stella's simulation confirmed a high supply dependency, with internal production only reaching 6 tons/day and relying on smallholder farmers for 19 tons/day to meet the actual distribution of 25 tons/day from a total market target of 100 tons/day. The best mitigation scenario was achieved through a combination of Simultaneous Artificial Insemination and estrus injections that increased daily productivity by 375% in 12 weeks/month and increased target education to the range of 37%–43.60%. Optimization was also achieved through precision feed formulation based on body weight (31.2 tons of forage and 7.96 tons of concentrate/day) for a maximum capacity of 1,000 head in the old barn, expansion of 2 new barns on 4 hectares of land, and sale of cattle to smallholder farmers with a healthy profit margin (buy Rp8,000/liter; sell Rp9,000–Rp10,000/liter). The company is advised to improve operational discipline in feeding to optimize Animal Health and Welfare (KK) factors and implement the Simultaneous AI scenario to maintain sustainable supply targets.

Keywords: Dairy Farming, Dynamic Systems, Milk Production, SEM-PLS, Supply Chain Management,

DAFTAR ISI

HALAMAN COVER TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
LEMBAR PENETAPAN PANITIA PENGUJI TUGAS AKHIR	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	7
1.4.1 Batasan Penelitian	7
1.4.2 Asumsi Penelitian.....	8
1.5 Manfaat Penelitian.....	8
1.5.1 Manfaat Bagi Peneliti.....	8
1.5.2 Manfaat Bagi PT. Nawasena Satya Perkasa.....	9
1.5.3 Manfaat Bagi Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi	9
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1 Perspektif Ketahanan Pangan Nasional	11
2.1.1 Definisi dan Pilar Ketahanan Pangan.....	11
2.1.2 Peran Sektor Peternakan dalam Protein Hewani	12
2.1.3 Kontribusi pada <i>Sustainable Development Goals</i> (SDGs).....	12
2.1.4 Potensi Stabilitas Produksi Susu Domestik.....	14
2.2 Profil dan Manajemen Operasional PT. Nawasena Satya Perkasa.....	14
2.2.1 Karakteristik Industri Sapi Perah	14
2.2.2 Manajemen Pemeliharaan dan Faktor <i>Yield</i>	15
2.2.3 Standar Kualitas Susu Produksi	16
2.3 Manajemen Rantai Pasok (<i>Supply Chain Management</i>).....	17
2.3.1 Konsep Dasar Manajemen Rantai Pasok (SCM).....	17
2.3.2 Analisis Manajemen Rantai Pasok Peternakan	18

2.3.3	<i>Supply Chain Mapping</i>	18
2.4	Analisis Variabel Melalui <i>Partial Least Square</i> (SmartPLS)	19
2.4.1	Konstruksi Kuesioner Penelitian	19
2.4.2	Software SmartPLS	20
2.4.3	Model Pengukuran (<i>Outer Model</i>) dan Struktural (<i>Inner Model</i>)	21
2.4.4	Evaluasi Uji Kecukupan Data	21
2.5	Pemodelan dan Sistem Dinamik	22
2.5.1	Sistem dan Model.....	22
2.5.2	Simulasi.....	23
2.5.3	<i>Systems Thinking</i>	23
2.5.4	Sistem Dinamis	24
2.5.5	Hubungan <i>Systems Thinking</i> dan Sistem Dinamis	25
2.5.6	<i>Delay/Jeda</i>	25
2.5.7	<i>Causal Loop Diagram</i> (CLD) dan Umpan Balik	26
2.5.8	<i>Stock and Flow Diagram</i> (SFD).....	27
2.5.9	Formulasi Matematis dan Validasi Model	27
2.6	Optimasi Parameter Produksi.....	28
2.6.1	Konsep Optimasi dalam Sistem Kompleks	28
2.6.2	Fitur Optimisasi pada Software Stella.....	29
2.6.3	Perumusan Skenario Kebijakan.....	29
2.7	Penelitian Terdahulu	30
BAB 3 METODE PENELITIAN		33
3.1	<i>Flowchart</i> Penelitian	33
3.2	Alur Penelitian	36
3.3	Jenis dan Pendekatan Penelitian.....	39
3.4	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	39
3.5	Variabel Penelitian	40
3.6	Parameter Penelitian.....	42
3.7	Instrumen Penelitian.....	42
3.8	Teknik Pengumpulan Data	43
3.9	Uji Validitas dan Reliabilitas Data	44
3.10	Teknik Analisis Data.....	44
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		47
4.1	Pengumpulan dan Pengolahan Data	47
4.2	Perumusan Kuesioner.....	48
4.3	Pengumpulan Data Kuesioner	50
4.4	Evaluasi Model Pengukuran (<i>Outer Model</i>)	56
4.4.1	Uji Validitas Konvergen (<i>Outer Loadings</i>).....	56

4.4.2	Uji Validitas Konvergen (<i>Average Variance Extracted</i> - AVE)	58
4.4.3	Uji Reliabilitas Konstruk.....	59
4.4.4	Uji Validitas Diskriminan (<i>Cross Loadings</i>).....	61
4.5	Evaluasi Model Struktural (Inner Model)	62
4.5.1	Analisis Koefisien Determinasi (R^2)	62
4.5.2	Analisis <i>Predictive Relevance</i> (Q^2)	63
4.5.3	Analisis <i>Effect Size</i> (f^2).....	64
4.6	Pengujian Hipotesis dan Analisis Jalur (<i>Path Coefficients</i>)	65
4.6.1	Signifikansi Pengaruh Langsung (<i>Direct Effects</i>)	65
4.6.2	Signifikansi Pengaruh Tidak Langsung (<i>Specific Indirect Effects</i>)...	66
4.6.3	Analisis Pengaruh Total (<i>Total Effects</i>)	67
4.7	Analisis Faktor	67
4.8	Hasil Analisis Manajemen Rantai Pasok.....	69
4.9	<i>Causal Loop Diagram</i>	70
4.10	Fase Populasi Tiap Kandang	72
4.11	Stock and Flow Diagram.....	74
4.11.1	<i>Stock and Flow Diagram</i> Sektor Populasi Ternak	77
4.11.2	<i>Stock and Flow Diagram</i> Sektor Pakan Sapi	79
4.11.3	<i>Stock and Flow Diagram</i> Sektor Reproduksi	81
4.11.4	<i>Stock and Flow Diagram</i> Sektor Produksi Susu	85
4.11.5	<i>Stock and Flow Diagram</i> Sektor Lingkungan	88
4.11.6	<i>Stock and Flow Diagram</i> Sektor Logistik dan Distribusi	90
4.11.7	<i>Stock and Flow Diagram</i> Sektor Ketahanan Pangan	93
4.12	Pengembangan Skenario	94
4.12.1	Skenario Populasi Sapi.....	95
4.12.2	Skenario Reproduksi dan Hasil Produksi	97
4.12.3	Skenario Pakan Ternak Sapi.....	99
4.13	Analisis Skenario Kebutuhan Peternakan	102
4.13.1	Kebutuhan Populasi Sapi Lokal dan Impor.....	102
4.13.2	Kebutuhan Proses Inseminasi Buatan (IB).....	104
4.13.3	Kebutuhan Pakan Hijauan dan Konsentrat.....	108
BAB 5 PENUTUP.....		111
5.1	Kesimpulan	111
5.2	Saran.....	112
DAFTAR PUSTAKA		113
LAMPIRAN.....		115
BIODATA PENULIS.....		130

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Populasi Sapi Perah di Indonesia Menurut BPS	2
Gambar 1. 2 Aksi Mandi Susu Produksi Peternak Sapi Lokal.....	3
Gambar 1. 3 Siklus Peternakan Sapi Perah PT NSP	4
Gambar 1. 4 Mapping Manajemen Rantai Pasok Peternakan Sapi Perah.....	4
Gambar 1. 5 Grafik Penurunan Produksi dari Standar Toleransi	6
Gambar 2. 1 Hasil Analisis Ketahanan Pangan Global.....	11
Gambar 2. 2 Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs)	13
Gambar 2. 3 <i>Sustainable Development Goals</i> 2 dan 12	13
Gambar 2. 4 Contoh <i>Mapping</i> Rantai Pasok.....	19
Gambar 2. 5 Model <i>Iceberg Systems Thinking</i>	24
Gambar 2. 6 Contoh <i>Causal Loop Diagram</i>	26
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Penelitian	33
Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> Penelitian (Lanjutan 1).....	34
Gambar 3. 3 <i>Flowchart</i> Penelitian (Lanjutan 2).....	35
Gambar 4. 1 Perancangan Model Antar Faktor.....	51
Gambar 4. 2 Model Hasil Analisis Faktor Peternakan Sapi Perah.....	53
Gambar 4. 3 Hasil Grafik <i>Matrix</i> Hubungan Antar Indikator	55
Gambar 4. 4 Grafik Uji <i>Cronbach's Alpha</i>	60
Gambar 4. 5 Model <i>Causal Loop Diagram</i> Peternakan Sapi Perah.....	70
Gambar 4. 6 <i>Module Sektor Stock and Flow Diagram</i>	75
Gambar 4. 7 <i>Stock and Flow Diagram</i> Sektor Populasi Ternak	77
Gambar 4. 8 Penjualan Sapi Impor Langsung Transit	78
Gambar 4. 9 <i>Stock and Flow Diagram</i> Sektor Nutrisi dan Pakan.....	79
Gambar 4. 10 Grafik Kebutuhan Konsentrat Sapi	80
Gambar 4. 11 Grafik Kebutuhan Pakan Hijauan Sapi.....	81
Gambar 4. 12 <i>Stock and Flow Diagram</i> Sektor Reproduksi	82
Gambar 4. 13 Grafik Jumlah Fase Sapi FH	83
Gambar 4. 14 Grafik Jumlah Fase Sapi PFH	83
Gambar 4. 15 Grafik Total Produksi Sapi PFH dan FH Saat Ini	84
Gambar 4. 16 <i>Stock and Flow Diagram</i> Gabungan Sektor Reproduksi dan Produksi	85
Gambar 4. 17 Total Produksi Sapi FH dan PFH	86
Gambar 4. 18 <i>Stock and Flow Diagram</i> Sektor Produksi Susu	87
Gambar 4. 19 Grafik Produksi Susu Setiap Hari.....	88
Gambar 4. 20 <i>Stock and Flow Diagram</i> Sektor Lingkungan dan Sumber Daya	89
Gambar 4. 21 Grafik Kebutuhan Air Tanpa Gangguan	90

Gambar 4. 22 <i>Stock and Flow Diagram</i> Sektor Logistik dan Distribusi.....	91
Gambar 4. 23 Grafik Susu Hasil Distribusi.....	92
Gambar 4. 24 <i>Stock and Flow Diagram</i> Sektor Ketahanan Pangan.....	93
Gambar 4. 25 Grafik Akumulasi Susu Aman.....	94
Gambar 4. 26 Grafik Skenario Pertumbuhan Populasi	95
Gambar 4. 27 Grafik Skenario Pengafkiran Sapi	96
Gambar 4. 28 Grafik Skenario Kebutuhan Pakan Hijauan	100
Gambar 4. 29 Grafik Skenario Kebutuhan Konsentrat	101
Gambar 4. 30 Grafik Perbandingan Hasil Produksi Perbedaan Waktu IB	107

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Populasi Sapi Perah Provinsi Indonesia Menurut BPS	1
Tabel 1. 2 Perbedaan Karakteristik Sapi Perah PT NSP	2
Tabel 1. 3 Data Penurunan Produksi Susu PT NSP	5
Tabel 2. 1 Keterangan Fase Siklus Sapi Perah PT. NSP	15
Tabel 2. 2 Harga Dasar Susu <i>Unpasteurized (Resazurin Grade)</i> PT. NSP	16
Tabel 2. 3 Pinalti Added Water PT. NSP	16
Tabel 2. 4 Pinalti Total Solid PT. NSP	17
Tabel 2. 5 Pinalti Protein Susu PT. NSP	17
Tabel 2. 6 Kategori Jawaban Pada Skala Likert.....	20
Tabel 2. 7 Keterangan Simbol Pada SFD.....	27
Tabel 2. 8 Penelitian Terdahulu	30
Tabel 3. 1 Jadwal Perencanaan Penelitian.....	40
Tabel 3. 2 Variabel dan Indikator Penelitian.....	41
Tabel 3. 3 Parameter Penelitian.....	42
Tabel 4. 1 Perumusan Pernyataan Kuesioner Penelitian.....	48
Tabel 4. 2 Hasil Analisis Statistik Model.....	52
Tabel 4. 3 Hubungan Faktor Y (Ketahanan Pangan)	54
Tabel 4. 4 Hasil Uji Validitas Konvergen (<i>Outer Loadings</i>)	56
Tabel 4. 5 Hasil Data Uji Validitas Konvergen (AVE).....	58
Tabel 4. 6 Hasil Data Uji Reliabilitas Konstruk.....	59
Tabel 4. 7 Hasil Uji <i>Cross Loadings</i>	61
Tabel 4. 8 Hasil Uji Koefisien Determinasi	62
Tabel 4. 9 Hasil Analisis Konstruk Validaditas Redudansi	63
Tabel 4. 10 Hasil Analisis <i>Effect Size</i>	64
Tabel 4. 11 Hasil Signifikansi Pengaruh Langsung	65
Tabel 4. 12 Hasil Pengaruh Total Terhadap Variabel Endogen.....	67
Tabel 4. 13 Fase Populasi Sapi FH (Impor)	72
Tabel 4. 14 Fase Populasi Sapi PFH	73
Tabel 4. 15 Perbandingan IB Pembagian dan IB Serentak	97
Tabel 4. 16 Persentase Hasil Produksi IB Program Serentak.....	103
Tabel 4. 17 Prediksi Persentase per Bulan Pertimbangan Skenario.....	106