TUGAS AKHIR - IS184853

PENGEMBANGAN MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS JERUK LOKAL (STUDI KASUS: JAWA TIMUR)

THE DEVELOPMENT OF SYSTEM DYNAMICS MODEL TO IMPROVE LOCAL ORANGE QUALITY (CASE STUDY: EAST JAVA)

RIZKI UTAMI
NRP 052116 4000 0014

Dosen Pembimbing
Erma Suryani, ST., MT., Ph.D
Andre Parvian Aristio, S.Kom., M.Sc

DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI
Fakultas Teknologi Elektro dan Informasi Cerdas
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - IS184853

PENGEMBANGAN MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS JERUK LOKAL (STUDI KASUS: JAWA TIMUR)

RIZKI UTAMI
NRP 052116 4000 0014

Dosen Pembimbing
Erma Suryani, ST., MT., Ph.D
Andre Parvian Aristio, S.Kom., M.Sc

DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI
Fakultas Teknologi Elektro dan Informasi Cerdas
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

UNDERGRADUATE THESIS - IS184853

THE DEVELOPMENT OF SYSTEM DYNAMICS MODEL TO IMPROVE LOCAL ORANGE QUALITY (CASE STUDY: EAST JAVA)

RIZKI UTAMI
NRP 052116 4000 0014

Supervisor
Erma Suryani, ST., MT., Ph.D
Andre Parvian Aristio, S.Kom., M.Sc

INFORMATION SYSTEM DEPARTMENT
Faculty of Intelligent Electrical and Informatics Technology

LP/P/20/069

LEMBAR PENGESAHAN

Pengembangan Model Sistem Dinamik Untuk Meningkatkan Kualitas Jeruk Lokal (Studi Kasus: Jawa Timur)

TUGAS AKHIR

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
pada
Departemen Sistem Informasi
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas (ELECTICS)
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh

Rizki Utami
05211640000014

Surabaya, 13 Agustus 2020

Kepala Departemen Sistem Informasi

Dr. Mudjahidin, ST., MT.
NIP. 197010102003121001

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER FAKULTAS TEKNOLOGI ELEKTRO DAN INFORMATIKA CERDAS DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI

LEMBAR PERSETUJUAN

PENGEMBANGAN MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS JERUK LOKAL (STUDI KASUS: JAWA TIMUR)

TUGAS AKHIR

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada
Departemen Sistem Informasi
Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

RIZKI UTAMI
NRP. 05211640000014

Disetujui Tim Penguji : Tanggal Ujian: Juli 2020
Periode Wisuda : September 2020

Erma Suryani, S.T., M.T., Ph.D **(Pembimbing I)**

Andre Parvian Aristio, S.Kom., M.Sc **(Pembimbing II)**

Rully Agus Hendrawan, S.Kom., M.Eng **(Penguji I)**

Dr. Mudjahidin , S.T., M.T **(Penguji II)**

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama	: Rizki Utami
NRP	: 05211640000014
Tempat/Tanggal lahir	: Magetan, 13 Februari 1998
Fakultas/Departemen	: FTEIC / Sistem Informasi
Nomor Telp/Hp/email	: 085259451747/ rizkiutami0298@gmail.com

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian/makalah/tugas akhir saya berjudul:

Pengembangan Model Sistem Dinamik Untuk Meningkatkan Kualitas Jeruk Lokal (Studi Kasus: Jawa Timur)

Bebas dari Plagiarisme dan Bukan Hasil Karya Orang Lain.

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian penelitian/makalah/tugas akhir tersebut terdapat indikasi plagiarisme, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan dan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 15 Juli 2020

METERAI TEMPEL TGL. 20 6161AAHF524254137 6000 ENAM RIBU RUPIAH

Rizki Utami
NRP. 05211640000014

PENGEMBANGAN MODEL SISTEM DINAMIK UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS JERUK LOKAL (STUDI KASUS: JAWA TIMUR)

Nama Mahasiswa	**: Rizki Utami**
NRP	**: 05211640000014**
Departemen	**: Sistem Informasi FTEIC-ITS**
Pembimbing I	**: Erma Suryani, S.T., M.T., Ph.D**
Pembimbing II	**: Andre Parvian Aristio, S.Kom., M.Sc**

ABSTRAK

Konteks: *Sub-sektor hortikultura menempati posisi yang strategis dalam pembangunan pertanian di Indonesia. Salah satu komoditas hortikultura adalah buah jeruk. Buah jeruk siam/keprok merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki peranan penting di pasar luar maupun dalam negeri. Indonesia merupakan salah satu produsen jeruk keprok yang mempunyai potensi cukup besar untuk memenuhi permintaan konsumen di dalam dan di luar negeri, dimana salah satu sentra produksi terbesarnya yaitu Jawa Timur.*

Permasalahan: *Banyaknya jeruk impor yang membanjiri pasar Indonesia menyebabkan jeruk lokal kalah saing di pasar. Penyebabnya yaitu kualitas jeruk lokal yang masih rendah. Untuk itu, upaya peningkatan kualitas jeruk lokal perlu dilakukan sehingga jeruk lokal dapat bersaing dengan dengan jeruk impor.*

Tujuan: *Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas jeruk lokal di Jawa Timur dengan menggunakan pendekatan model sistem dinamik.*

Metode: *Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan permodelan sistem dinamik. Model sistem*

dinamik dipilih karena mampu mendefinisikan sistem hortikultura buah jeruk, serta mampu melakukan simulasi terhadap variabel-variabel yang berkaitan dengan sistem tanpa mengubah jalannya sistem. Kondisi eksisting sistem akan dibuat suatu model yang mampu melakukan simulasi terhadap variabel-variabel yang saling berhubungan. Setelah model terbentuk, selanjutnya melakukan penyusunan skenario untuk melakukan pengujian terhadap beberapa input yang berbeda untuk mengetahui dampak pada outputnya. Kemudian dari skenario yang dibuat tersebut dilakukan analisis hasil terhadap kondisi mana yang paling optimal terhadap tujuan sistem sehingga dapat menyelesaikan permasalahan yang ada.

Hasil: *Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan permodelan sistem dinamik, dapat meningkatkan kualitas jeruk lokal sehingga dapat dikategorikan berkualitas baik. Dengan melakukan skenario pemupukan dan pemangkasan, diperoleh hasil peningkatan kualitas jeruk rata-rata 13 persen pada tahun 2020-2030. Kualitas jeruk pada skenario 2 menunjukkan hasil bobot rata-rata 8,42 atau berdasarkan bobot yang digunakan menunjukkan berkualitas baik.*

Nilai tambah: *Penelitian tugas akhir ini bermanfaat untuk membantu pelaku usaha tani dalam mengetahui variabel apa saja yang memengaruhi peningkatan kualitas jeruk lokal serta memberikan rekomendasi yang dapat digunakan untuk pengembangan model kedepannya berdasarkan kajian literatur.*

Kata Kunci: *Jeruk; Hortikultura; Kualitas; Sistem Dinamis; Model; Simulasi*

THE DEVELOPMENT OF SYSTEM DYNAMICS MODEL TO IMPROVE LOCAL ORANGE QUALITY (CASE STUDY: EAST JAVA)

Name	**: Rizki Utami**
NRP	**: 05211640000014**
Department	**: Sistem Informasi FTEIC-ITS**
Supervisor I	**: Erma Suryani, S.T., M.T., Ph.D**
Supervisor II	**: Andre Parvian Aristio, S.Kom., M.Sc**

ABSTRACT

Context*: The horticulture sub-sector occupies a strategic position in agricultural development in Indonesia. One horticultural commodity is citrus fruit. Siam fruit / tangerine is one of the horticultural commodities that have an important role in foreign and domestic markets. Indonesia is one of the tangerine producers that has a big enough potential to meet domestic and foreign consumer demand, where one of the biggest production centers is East Java.*

Problem*: The large number of imported oranges that flood the Indonesian market causes local oranges to lose competitiveness in the market. The reason is that the quality of local oranges is still low. Therefore, efforts to improve the quality of local oranges need to be done so that local oranges can compete with imported oranges.*

Objective*: This study aims to improve the quality of local oranges in East Java by using a dynamic system model approach.*

Method*: The method used in this study uses dynamic system modeling. The dynamic system model was chosen because it is able to define the orange horticulture system, as well as being able to simulate variables related to the system without changing the course of the system. The existing condition of the*

system will be made a model that is able to simulate interconnected variables. After the model is formed, the next step is to develop a scenario to test several different inputs to determine the impact on the output. Then from the scenarios made, an analysis of the results of which conditions is most optimal for the objectives of the system is carried out in order to solve the existing problems.

***Results**: The results of this study indicate that using dynamic system modeling can improve the quality of local oranges so that they can be categorized as good quality. By conducting a fertilization and pruning scenario, the results of an increase in the quality of oranges are obtained by an average of 13 percent in 2020-2030. The quality of oranges in scenario 2 shows the results of an average weight of 8.42 or based on the weights used it shows good quality.*

***Value added**: This final project research is useful to help farmers in finding out what variables affect the quality improvement of local oranges and provide recommendations that can be used to develop future models based on literature review.*

***Keywords**: Orange; Horticulture; Quality; Dynamic system; Model; Simulation*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan anugerah-Nya dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir dengan judul "Pengembangan Model Sistem Dinamik Untuk Meningkatkan Kualitas Jeruk Lokal (Studi Kasus: Jawa Timur)" sebagai salah satu bentuk syarat kelulusan dari Program Sarjana Departemen Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Elektro dan Informatika Cerdas, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Dalam penyelesaian tugas akhir ini, tidak lepas dari adanya bantuan, bimbingan, masukan serta saran dan diiringi dukungan dan doa oleh banyak pihak sehingga penelitian berlangsung dengan lancar. Dalam kesempatan ini, diucapkan terima kasih dari lubuk hati terdalam kepada:

1. Kedua orang tua serta seluruh anggota keluarga yang tiada hentinya mendoakan dan memberikan dukungan dalam proses pengerjaan tugas akhir sehingga dapat terselesaikan.
2. Bapak Dr. Mudjahidin, S.T., M.T. selaku Ketua Departemen Sistem Informasi ITS Surabaya dan Bapak Ahmad Muklason, S.Kom, M.Sc., Ph. D. selaku Kepala Program Studi S1 Sistem Informasi ITS serta seluruh dosen pengajar beserta staf dan karyawan di Departemen Sistem Informasi selama menjalani masa perkuliahan.
3. Ibu Erma Suryani, S.T., M.T., Ph.D. dan Bapak Andre Parvian Aristio, S. Kom., M. Sc. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing, mengarahkan, memberi masukan, motivasi serta ilmu sehingga akhirnya dapat terselesaikan.
4. Bapak Rully Agus Hendrawan dan Bapak Dr. Mudjahidin, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran sehingga membuat kualitas tugas akhir ini lebih baik lagi.

5. Teman-teman seperjuangan pengerjaan tugas akhir (Nidia, Syauqi, Dimas, dan Nadhifa) yang selalu menemani, membantu, dan memberi dukungan selama proses pengerjaan tugas akhir.
6. Teman-teman dekat yang telah menemani masa perkuliahan selama empat tahun ini, yang selalu membantu ketika sedang mengalami kesusahan dan menjadi teman untuk saling bercerita dan berdiskusi bersama.
7. Teman-teman seperjuangan Laboratorium Sistem Enterprise (SE) yang senantiasa selalu memberi dukungan selama pengerjaan tugas akhir.
8. Teman-teman Sistem Informasi 2016 (ARTEMIS) yang belum dapat disebutkan satu per satu.
9. Serta pihak lainnya yang belum dapat disebutkan satu per satu yang turut membantu selama masa perkuliahan hingga dapat menyelesaikan tugas akhir.

Penyusunan tugas akhir ini tentu saja masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan sebagai bahan perbaikan untuk penelitian kedepannya. Semoga buku tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Surabaya, Juli 2020

Rizki Utami

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN iii
ABSTRAK vii
ABSTRACT ix
KATA PENGANTAR xi
DAFTAR ISI xiii
DAFTAR GAMBAR xvii
DAFTAR TABEL xix
1 BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 5
1.3 Batasan Permasalahan 6
1.4 Tujuan 6
1.5 Metode Penelitian 6
1.6 Manfaat 7
1.7 Relevansi 7
1.8 Target Luaran 8
2 BAB II TINJAUAN PUSTAKA 11
2.1 Penelitian Sebelumnya 11
2.2 Landasan Teori 14
2.2.1 Jeruk 14
2.2.2 Kualitas 15
2.2.3 Simulasi 16
2.2.4 Sistem Dinamik 17
2.2.5 Causal Loop Diagram 23
2.2.6 Stock Flow Diagram 24
2.2.7 Vensim 24
3 BAB III METODOLOGI 27
3.1 Diagram Metodologi 27
3.2 Uraian Metodologi 29
3.2.1 Identifikasi Permasalahan 29
3.2.2 Studi Literatur 29
3.2.3 Problem Articulation (Boundary Selection) ... 29
3.2.4 Formulation of dynamic hypothesis 30

3.2.5 Formulation of simulation model 31
3.2.6 Testing 31
3.2.7 Policy design and evaluation 33
4 BAB IV MODEL DAN IMPLEMENTASI 35
4.1 Pengumpulan Data 35
4.2 *Problem Articulation (Boundary Selection)*..... 39
4.2.1. Theme Selection 39
4.2.2. Defining Key Variables..... 39
4.2.3. Time Horizon 40
4.2.4. Dynamic Problem Definition (Reference Modes) 40
4.3 *Formulation of Dynamic Hypothesis* 41
4.3.1 Initial hypothesis generation..... 41
4.3.2 Endogenous focus..... 41
4.3.3 Mapping..... 42
4.3.3.1 Model boundary diagram 42
4.3.3.2 Subsystem Diagram 45
4.3.3.3 Causal Loop Diagram..... 46
4.3.3.4 Membuat *Stock and Flow Diagram* 53
4.4 *Formulation of Simulation Model* 65
4.4.1. Formulasi Local Orange Direct Consumptions 65
4.4.2. Formulasi Local Orange Industry Consumptions 68
4.4.3. Formulasi Orange Quality 69
4.4.4 Formulasi Market Share of Local Orange 74
4.4.5 Formulasi Fulfillment Ratio 76
4.5 Verifikasi..... 79
4.6 *Model Testing*..... 83
4.6.1. Validasi Population 83
4.6.2. Validasi Local Orange Productivity 85
4.6.3. Validasi Per Capita Consumptions 86
4.7 Analisa Hasil Base Model..... 88
4.6.1 Analisis Local Orange Direct Consumptions . 88
4.6.2 Analisis Local Orange Industry Consumptions 89
4.6.3 Analisis Orange Quality 90

4.6.4 Analisis Market Share of Local Orange 91
4.6.5 Analisis Fulfillment Ratio 92
5 BAB V PEMBENTUKAN SKENARIO DAN ANALISIS HASIL 95
5.1. Pengembangan Skenario 95
5.1.1. Skenario Peningkatan Kualitas Jeruk Melalui Pemupukan dan Pengelolaan Air 95
5.1.2. Skenario Peningkatan Kualitas Jeruk Melalui Pemupukan dan Pemangkasan 96
5.2. Analisis Hasil 96
5.2.1. Analisis Hasil Skenario Pemanfaatan Teknologi Pengelolahan Air Dan Pemupukan 97
5.2.2. Analisis Hasil Skenario Pemupukan Dan Pemangkasan..... 104
5.3. Resume Skenario 113
6 BAB VI PENUTUP..... 117
6.1. Kesimpulan 117
6.2. Saran 118
DAFTAR PUSTAKA 121
BIODATA PENULIS 125

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 *Causal Loop Diagram* awal model..... 4
Gambar 1.2 Kerangka kerja riset laboratorium Sistem Enterprise 8
Gambar 2.1 Kandungan Vitamin dan Zat Mineral lainnya setiap 100 gram Buah Jeruk [6]..... 15
Gambar 2.2 Tahapan Pengembangan Sistem Dinamik [13] .. 19
Gambar 3.1 Metodologi penelitian..... 28
Gambar 4.1 *Reference modes* untuk *orange quality* 40
Gambar 4.2 *Subsystem Diagram*..... 45
Gambar 4.3 Pengembangan *Causal Loop Diagram*..... 47
Gambar 4.4 *Causes Tree Variabel Local Orange Direct Consumptions*..... 50
Gambar 4.5 *Causes Tree Variabel Local Orange Industry Consumptions*..... 51
Gambar 4.6 *Causes Tree* Variabel *Local Orange Quality*..... 51
Gambar 4.7 *Causes Tree Variabel Market Share of Local Orange*..... 52
Gambar 4.8 *Causes Tree Variabel Fulfillment Ratio*..... 52
Gambar 4.9 *Stock and Flow Diagram* Peningkatan Kualitas Jeruk..... 54
Gambar 4.10 Sub Model *Stock and Flow Diagram Local Orange Direct Consumptions*..... 55
Gambar 4.11 Sub Model Stock and Flow *Diagram Local Orange Industry Consumptions* 56
Gambar 4.12 Sub Model *Stock and Flow Diagram Local Orange Quality*..... 57
Gambar 4.13 Sub Model *Stock and Flow Diagram Market Share Of Local Orange* 58
Gambar 4.14 Sub Model *Stock and Flow Diagram Fulfillment Ratio*..... 60
Gambar 4.15 *Loops Population* 61
Gambar 4.16 *Loops Orange Weight*..... 62
Gambar 4.17 *Loops Orange Size*..... 62

Gambar 4.18 *Loops Orange Ripeness* 63
Gambar 4.19 *Loops Sales Volume of Local Orange* 64
Gambar 4.20 *Loops Sales Volume of Imported Orange* 64
Gambar 4.21 Pengaturan Batasan Waktu yang Dilakukan..... 80
Gambar 4.22 *Toolbar* untuk melakukan *running model* 80
Gambar 4.23 Tampilan *error* pada simulasi..... 81
Gambar 4.24 Tampilan ketika *running model* berhasil dilakukan 81
Gambar 4.25 Tampilan *Check Model*..... 82
Gambar 4.26 Tampilan *Model is OK* 82
Gambar 4.27 Tampilan "*Units are OK*"..... 83
Gambar 4.28 Grafik perbandingan data aktual dan data simulasi Population..... 84
Gambar 4.29 Grafik perbandingan data aktual dan data simulasi local orange productivity..... 86
Gambar 4.30 Grafik perbandingan data aktual dan data simulasi per capita consumptions 88
Gambar 4.31 Grafik *running local orange direct consumptions* 89
Gambar 4.32 Grafik hasil *running local orange industry consumptions* 90
Gambar 4.33 Grafik hasil running *local orange quality* 91
Gambar 4.34 Hasil *running sales volume of imported orange*92
Gambar 4.35 Hasil *running sales volume of imported orange*93
Gambar 5.1 Struktur Peningkatan Kualitas Jeruk dengan Skenario 1..... 98
Gambar 5.2 Grafik Perbandingan Hasil Skenario 1 102
Gambar 5.3 Struktur Peningkatan Kualitas Jeruk pada Skenario 2 104
Gambar 5.4 Grafik Perbandingan Hasil Skenario 2 109
Gambar 5.5 Grafik *Base Model*, Skenario 1, dan Skenario 2 pada Orange Quality..... 111
Gambar 5.6 *Grafik Fulfillment Ratio* 112

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Sebelumnya 11
Tabel 2.2 Standar Jeruk Siam/Keprok dari SNI 3165:2009 ... 15
Tabel 2.3 Bobot atau nilai kualitas jeruk siam/keprok [8] 16
Tabel 2.4 Variabel permodelan *stock and flow* [12] 17
Tabel 4.1 Data Produktivitas Jeruk Siam/Keprok di Jawa Timur 36
Tabel 4.2 Data konsumsi per kapita 37
Tabel 4.3 Data penduduk Jawa Timur 38
Tabel 4.4 Standar Jeruk Siam/Keprok dari SNI 3165:2009 ... 38
Tabel 4.5 *Model Boundary Diagram* 42
Tabel 4.6 Variabel Causal Loop Diagram dan Deskripsi..... 48
Tabel 4.7 *Syntax* yang digunakan pada variabel population .. 65
Tabel 4.8 *Syntax* yang digunakan pada variabel *per capita consumptions* 67
Tabel 4.9 *Syntax* yang digunakan pada *local orange direct consumptions* 68
Tabel 4.10 *Syntax* yang digunakan pada *variabel per capita industry consumptions* 68
Tabel 4.11 *Syntax* yang digunakan pada variabel *Local Orange Industry Consumptions* 69
Tabel 4.12 *Syntax* yang digunakan pada variabel *Local orange weight* 70
Tabel 4.13 *Syntax* yang digunakan pada variabel *Local orange size* 71
Tabel 4.14 *Syntax* yang digunakan pada variabel *Local Orange Ripeness* 72
Tabel 4.15 Bobot atau nilai kualitas jeruk siam/keprok [8] ... 72
Tabel 4.16 *Syntax* yang digunakan pada variabel *local orange quality* 73
Tabel 4.17 *Syntax* yang digunakan pada variabel *Sales Volume of Local Orange* 75
Tabel 4.18 *Syntax* yang digunakan pada variabel *Sales Volume of Imported Orange* 75

Tabel 4.19 *Syntax* yang digunakan pada *market share of local orange* 76
Tabel 4.20 *Syntax* yang digunakan pada variabel *Local Orange Production* 77
Tabel 4.21 *Syntax* yang digunakan pada variabel *local orange demand* 78
Tabel 4.22 *Syntax* yang digunakan pada variabel *fulfillment ratio* 79
Tabel 4.23 Perbandingan data aktual dan simulasi population 83
Tabel 4.24 perbandingan data aktual dan data simulasi local orange productivity 85
Tabel 4.25 Perbandingan data aktual dan data simulasi per capita consumptions 87
Tabel 5.1 Skenario peningkatan kualitas jeruk lokal 95
Tabel 5.2 Bobot atau nilai kualitas jeruk siam/keprok [8] 97
Tabel 5.3 *Syntax* yang digunakan pada skenario 1 98
Tabel 5.4 Perbandingan Kualitas Jeruk Skenario 1 103
Tabel 5.5 *Syntax* yang digunakan pada skenario 2 105
Tabel 5.6. Perbandingan Kualitas Jeruk Skenario 2 109
Tabel 5.7 Perbandingan *Fullfilment Ratio* 113
Tabel 5.8 Resume Skenario 114

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I
PENDAHULUAN

Bab ini akan menjelaskan tentang pendahuluan pengerjaan tugas akhir yang meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat yang akan diperoleh dari penelitian tugas akhir ini.

1.1 Latar Belakang

Pada era ekonomi yang semakin berkembang, Indonesia harus mampu bersaing dalam segala sektor, salah satunya sektor pertanian. Pada sektor pertanian, sub-sektor hortikultura menempati posisi yang strategis dalam pembangunan pertanian di Indonesia. Untuk itu, dalam menciptakan kesejahteraan, terdapat empat target yang harus dicapai, yaitu; mendukung tercapaianya diversifikasi pangan, peningkatan nilai tambah, daya saing, dan ekspor [1].

Dukungan pemerintah pada sub-sektor hortikultura ini ditunjukkan dengan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2010 Tentang Holtikultura. Adanya Undang-undang ini, maka terdapat kepastian hukum bagi masyarakat dalam mengembangkan usaha maupun penelitian di sub-sektor hortikultura.

Buah jeruk siam/keprok merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki peranan penting di pasar luar maupun dalam negeri. Hal ini karena jeruk siam/keprok mempunyai nilai ekonomis yang tinggi sehingga potensi pasar yang masih terbuka menjadikan kesempatan yang menjanjikan untuk dapat memajukan perekonomian di Indonesia. Menurut Kementerian Pertanian Republik Indonesia [2], dari tahun 2016 ke tahun 2017 produksi jeruk siam/keprok di Indonesia mengalami pertumbuhan 7,50% dan produktivitas jeruk

siam/keprok mengalami pertumbuhan sebesar 29,39%, namun berbanding terbalik dengan luas panen jeruk siam/keprok yang mengalami pertumbuhan minus 16,92%.

Indonesia merupakan salah satu produsen jeruk keprok yang mempunyai potensi cukup besar untuk memenuhi permintaan konsumen di dalam dan di luar negeri. Untuk dapat meningkatkan kualitas atau mutu agar dapat bersaing di pasar dalam negeri maupun internasional maka dibuat standar mutu yang dapat diterapkan oleh petani Indonesia dan dapat diterima oleh pasar internasional. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), kualitas atau mutu adalah tingkat baik buruknya sesuatu. SNI 3165:2009 merupakan standar menetapkan ketentuan tentang mutu, ukuran, toleransi, penampilan, pengemasan, pelabelan, rekomendasi dan higienis pada buah jeruk keprok (*Citrus sinensis (L) Osbeck*). Standar ini berlaku untuk varietas komersial dari jeruk keprok (*Citrus sinensis (L) Osbeck*) *famili Rutaceae* yang dipasarkan sebagai konsumsi segar setelah penanganan pasca panennya.

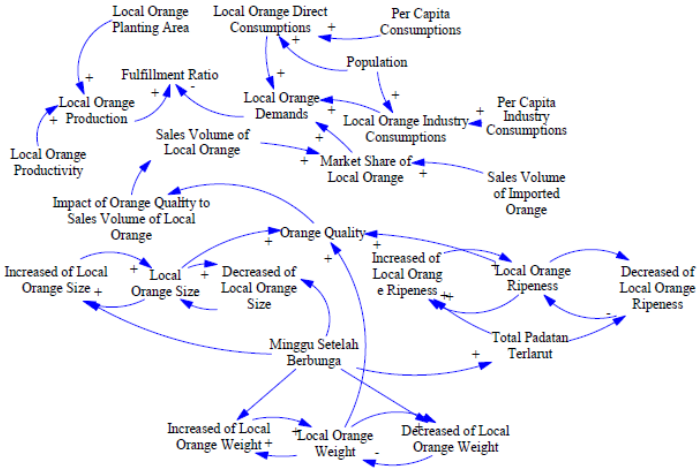
Jawa Timur merupakan salah satu sentra produksi jeruk siam/keprok di Indonesia. Menurut Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian [3], selama kurun waktu 2011-2015, Jawa Timur menempati lima besar propinsi yang memberikan kontribusi produksi terbesar untuk jeruk siam/keprok sebesar 27,02%. Selain itu, dari data dari Kementerian Pertanian Republik Indonesia [2], pada tahun 2016 ke tahun 2017, produksi jeruk siam/keprok di Jawa Timur mengalami kenaikan 7,27% dan produktivitas jeruk (ton/ha) mengalami kenaikan sebesar 64%, namun luas panen mengalami penurunan sebesar 34,60%. Berdasarkan data yang sudah dijelaskan sebelumnya, maka Jawa Timur memiliki peran penting dibidang komoditas jeruk.

Sayangnya, komoditas jeruk impor di Indonesia telah membanjiri pasar. Berdasarkan data dari Kementerian Pertanian

Republik Indonesia [2], volume ekspor jeruk pada tahun 2017 mengalami penurunan sebesar 8,56% sedangkan volume impor jeruk pada tahun 2017 mengalami pertumbuhan sebesar 38,84%. Meluasnya pasar buah impor di Indonesia disebabkan karena kualitas produk buah lokal Indonesia belum bisa menunjukkan keunggulannya dibandingkan dengan buah impor dari luar. Maka dari itu, konsumen lebih tertarik pada jeruk impor sehingga menyebabkan menurunnya minat petani Indonesia untuk membuka usaha tani jeruk, karena dalam hal kualitas dan kontinyuitas telah susah bersaing dengan produk impor. Kualitas rendah pada produk lokal ini juga dikarenakan rendahnya pula wawasan dan keterampilan petani jeruk di Indonesia. Rendahnya daya saing juga disebabkan oleh dukungan Teknologi pertanian yang masih kurang [1]. Maka dari itu, Indonesia harus dapat menyusun strategi untuk bersaing memasarkan dan mengembangkan kualitas jeruk siam/keprok yang dimiliki.

Secara garis besar, peningkatan kualitas jeruk ini dapat digambarkan melalui hubungan kausal. Variabel yang mempengaruhi kualitas jeruk diambil dari tiga indikator berdasarkan SNI 3165:2009, yaitu berat jeruk, ukuran jeruk, dan kematangan jeruk. Berat jeruk, ukuran jeruk, dan kematangan jeruk ini dipengaruhi oleh variabel minggu setelah berbunga. Berat jeruk merupakan *level*, dimana *inflow*nya yaitu peningkatan berat jeruk dan *outflow*-nya yaitu pengurangan berat jeruk. Sedangkan ukuran jeruk merupakan *level*, dimana *inflow*nya yaitu peningkatan ukuran jeruk dan *outflow*-nya yaitu pengurangan ukuran jeruk. Selanjutnya kematangan jeruk merupakan *level*, dimana *inflow*nya yaitu peningkatan kematangan jeruk dan *outflow*-nya yaitu pengurangan kematangan jeruk. Berat jeruk, ukuran jeruk, dan kematangan jeruk ini memiliki hubungan kausal positif dengan kualitas jeruk yang bertipe *auxiliary*, sehingga semakin besar nilai berat jeruk, ukuran jeruk, dan kematangan jeruk maka semakin besar pula

nilai kualitas jeruk. Kualitas jeruk akan mempengaruhi *sales volume* jeruk siam/keprok melalui variabel penghubung dampak kualitas jeruk ke *sales volume* jeruk siam/keprok. Kemudian *sales volume* jeruk siam/keprok ini akan mempengaruhi *Market Share* jeruk siam/keprok, dimana *Market Share of* jeruk siam/keprok ini akan mempengaruhi permintaan jeruk siam/keprok. Dari permintaan jeruk siam/keprok ini akan menunjukkan rasio pemenuhan (*fulfillment ratio*) dari jeruk siam/keprok ini. *Fulfillment ratio* ini diperoleh dari perbandingan produksi jeruk siam/keprok dan permintaan jeruk siam/keprok. Rangkaian penelitian peningkatan kualitas hingga pemenuhan kebutuhan jeruk siam/keprok ini membentuk suatu *loop* tertutup yang menjadi fokus pada penelitian yang dilakukan. Untuk penjelasan mengenai gambaran awal dari model ditunjukkan pada Gambar 1.1 berikut.



Gambar 1.1 *Causal Loop Diagram* awal model

Berdasarkan uraian permasalahan, terdapat beberapa penelitian menggunakan sistem dinamik yang dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan di bidang hortikultura. Pada

penelitian sebelumnya, terdapat penelitian dari Ahmad Syahrian Siregar dan Nurhadi [1] yang menggunakan metode sistem dinamis untuk menghasilkan jeruk lokal yang berkualitas sehingga dapat bersaing dengan jeruk impor serta untuk mengurangi konsumsi jeruk impor. Selain itu, José Orlando Ferreira dan kawan-kawan [4] juga melakukan penelitian di bidang agribisnis jeruk di Brasil. Penelitian ini menggunakan sistem dinamis untuk menilai mekanisme terintegrasi pada perencanaan produksi pertanian dan industri untuk meningkatkan kinerja kompetitif di agrisystem jeruk di Brasil. Penelitian lain di bidang hortikultura juga dilakukan oleh Ni Putu Indayani dan kawan-kawan [5], mereka melakukan penelitian untuk mengidentifikasi faktor yang mempengaruhi stok pisang dan menyusun alternatif rekomendasi dalam rangka memenuhi permintaan pisang di Bali dengan menggunakan sistem dinamik.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, diketahui bahwa pemodelan Sistem Dinamik dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang terjadi terkait dengan bidang hortikultura dan buah jeruk. Penelitian tugas akhir ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas jeruk siam/keprok di Jawa Timur. Metode yang digunakan adalah dengan menggunakan model sistem dinamik. Model sistem dinamik dipilih karena mampu mendefinisikan sistem hortikultura buah jeruk, serta mampu melakukan simulasi terhadap variabel-variabel yang berkaitan dengan sistem tanpa mengubah jalannya sistem. Dengan mengembangkan model dan melakukan simulasi, diharapkan sistem peningkatan kualitas jeruk siam/keprok di Jawa Timur.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Variabel-variabel apa saja yang mempengaruhi kualitas jeruk siam/keprok di Jawa Timur?
2. Bagaimana meningkatkan kualitas jeruk siam/keprok di Jawa Timur?

1.3 Batasan Permasalahan

Batasan Permasalahan pada tugas akhir ini adalah permodelan yang dilakukan berfokus pada komoditas jeruk siam/keprok di Jawa Timur.

1.4 Tujuan

Tujuan dilakukannnya pembuatan tugas akhir ini adalah:

1. Mengidentifikasi variabel-variabel apa saja yang mempengaruhi kualitas jeruk siam/keprok di Jawa Timur.
2. Mengembangkan skenario model sistem dinamik untuk meningkatkan kualitas jeruk siam/keprok di Jawa Timur.

1.5 Metode Penelitian

Penelitian tugas akhir ini menggunakam metode sistem dinamik. Dengan menggunakan metode sistem dinamik, peneliti dapat membuat sebuah model nyata dari suatu sistem kemudian melakukan simulasi untuk melihat keterkaitan antar variabel yang ada di dalam sistem tersebut. Setelah model terbentuk, lalu dilakukan skenariosasi untuk menguji beberapa input yang berbeda untuk mengetahui dampak pada outputnya, sehingga didapatkan skenario terbaik yang dapat menyelesaikan permasalahan yang ada. Penelitian ini dimulai dari identifikasi masalah supaya penelitian yang akan dilakukan benar-benar sesuai. Kemudian melakukan studi literatur dengan cara menumpulkan informasi dan referensi yang terkait dengan topik penelitian. Selanjutnya menentukan artikulasi permasalahan untuk mengetahui permasalahan yang sebenarnya terjadi pada sistem, dengan melakukan tahapan *theme selection, defining key variables, setting the time horizon,* dan *dynamic definition*

(reference modes). Setelah itu, melakukan *formulation of dynamic hypothesis* dengan melalui tahapan *initial hypothesis generation, endogenous focus,* dan *mapping.* Kemudian melakukan formulasi simulasi model untuk menyelesaikan permasalahan dari konsep yang belum jelas. Selanjutnya melalukan *testing* untuk melakukan pengujian pada model. Terakhir yaitu melakukan perancangan kebijakan dan evaluasi.

1.6 Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian tugas akhir ini antara lain:

1. Manfaat Praktis. Penelitian terkait peningkatan kualitas jeruk siam/keprok di Jawa Timur diharapkan mampu untuk dijadikan informasi dan wawasan publik. Penelitian ini juga diharapkan membantu pihak petani maupun pemerintah untuk mengidentifikasi aspek-aspek dalam peningkatan kualitas jeruk siam/keprok.
2. Manfaat akademis. Penelitian ini dapat dijadikan sarana pembelajaran dalam mengembangkan model peningkatan kualitas jeruk siam/keprok.

1.7 Relevansi

Tugas akhir ini termasuk kedalam topik “Sistem Keputusan Berbasis Model”. Penelitian ini berkontribusi pada tujuan penelitian nomor 1 pada Laboratorium Sistem Enterprise (SE) Departemen Sistem Informasi ITS. Poin 1 bertujuan untuk lebih memahami tentang bagaimana kota kita beroperasi saat ini dan mengeksplorasi peluang untuk memanfaatkan cara hidup saat ini. Gambar 1.2 mejabarkan tujuan penelitian dan topik pengetahuan di Laboratorium Sistem Enterprise (SE) Departemen Sistem Informasi ITS.

Gambar 1.2 Kerangka kerja riset laboratorium Sistem Enterprise

1.8 Target Luaran

Target luaran yang diharapkan dari Tugas Akhir ini adalah terciptanya model sistem dinamik yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas jeruk siam/keprok di Jawa Timur.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

Bab tinjauan pustaka terdiri dari landasan-landasan yang akan digunakan dalam penelitian tugas akhir ini, mencakup penelitian-penelitian sebelumnya, kajian pustaka, dan metode yang digunakan selama pengerjaan.

2.1 Penelitian Sebelumnya

Terdapat beberapa penelitian yang memiliki topik yang hampir serupa dengan penelitian ini, diantaranya akan dijelaskan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penelitian Sebelumnya

Penelitian 1	
Judul	Dinamika Sistem Untuk Mempertahankan Kualitas Jeruk Indonesia Berkelanjutan [1]
Nama, Tahun	Ahmad Syahrian Siregar, Nurhadi (2015)
Gambaran umum penelitian	Penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan jeruk yang berkualitas di Indonesia agar jeruk Indonesia dapat bersaing dengan jeruk impor serta untuk mengurangi konsumsi jeruk impor. Penelitian ini menggunakan metode sistem dinamik. Penelitian ini menghasilkan skenario aplikasi peningkatan mutu buah jeruk kuning, yaitu *on-farm* jeruk berkualitas serta produksi dan marketing. Hasilnya, apabila mengaplikasikan ketiga faktor pemupukan (Penambahan Mg, P dan K) untuk meningkatan mutu buah maka konsumsi jeruk lokal akan meningkat dan menurunkan konsumsi jeruk impor.

Keterkaitan penelitian	Penelitian ini memiliki keterkaitan dengan penelitian tugas akhir yang dilakukan, yaitu pada pengembangan model simulasi dengan pendekatan sistem dinamis terhadap peningkatan kualitas jeruk siam/keprok. Penelitian ini juga menghasilkan variabel-variabel yang menjadi acuan dalam mengembangkan model, seperti variabel yang terkait dengan *on farm* jeruk berkualitas serta produksi dan marketing.
Penelitian 2	
Judul	*Integrated planning model for citrus agribusiness system using systems dynamics* [4]
Nama, Tahun	José Orlando Ferreira, Mário Otávio Batalha, Jean Carlos Domingos (2016)
Gambaran umum penelitian	Penelitian ini bertujuan untuk menilai mekanisme terintegrasi pada perencanaan produksi pertanian dan industri untuk meningkatkan kinerja kompetitif di *agrisystem* jeruk di Brasil melalui model dinamika sistem. Skenario yang diuji oleh model menggunakan pengenalan bertahap varietas jeruk baru dan perubahan teknologi dalam produksi jeruk. Hasil yang dicapai dari model menunjukkan bahwa mekanisme perencanaan produksi terpadu dapat secara efektif meningkatkan koordinasi sistem produksi agroindustri. Selain itu, ditunjukkan bahwa model-model yang didasarkan pada Sistem Dinamis cocok untuk menilai peningkatan ini. Penelitian ini menghasilkan aplikasi model dan hasil penilaian menunjukkan bahwa perencanaan terpadu dapat meningkatkan pendapatan per hektar produsen pertanian sebesar 70% dan margin EBITDA agribisnis sebesar 43%. Untuk itu, penelitian ini telah

	menunjukkan bahwa penggunaan mekanisme perencanaan terpadu adalah strategi penting bagi sistem agribisnis jeruk di Brasil untuk mengeksploitasi potensi pertumbuhannya dan untuk tetap kompetitif.
Keterkaitan penelitian	Penelitian ini memiliki keterkaitan dengan penelitian tugas akhir yang dilakukan, yaitu pada pengembangan model simulasi dengan pendekatan sistem dinamis terhadap peningkatan kualitas jeruk siam/keprok di Indonesia.
Penelitian 3	
Judul	Sistem Dinamis Ketersediaan Buah Pisang Di Provinsi Bali [5]
Nama, Tahun	Ni Putu Indayani, I Ketut Satriawan, Cokorda Anom Bayu Sadyasmara (2017)
Gambaran umum penelitian	Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi faktor yang mempengaruhi stok pisang dan menyusun alternatif rekomendasi dalam rangka memenuhi permintaan pisang di Bali dengan menggunakan sistem dinamik, dimana tahun simulasinya yaitu 2012-2021. Hasil dari simulasi ini menunjukkan faktor-faktor yang mempengaruhi stok pisang di Bali yaitu produksi pisang, permintaan pisang, dan pasokan antar pulau. Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan, kebijakan yang efektif dan masuk akal yang dapat dikembangkan untuk memenuhi permintaan pisang adalah dengan perluasan lahan dari 0,4514 fraksi / tahun menjadi 0,5862 fraksi / tahun, dan dengan upaya peningkatan produktivitas panen dari 47,67 ton / ha hingga 60 ton / ha.
Keterkaitan penelitian	Penelitian ini memiliki keterkaitan dengan penelitian tugas akhir yang dilakukan, yaitu

	pada pengembangan model simulasi dengan pendekatan sistem dinamis di bidang hortikultura. Namun, pada penelitian tugas akhir yang dilakukan berfokus pada peningkatan kualitas jeruk siam/keprok di Indonesia.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 *Jeruk*

Jeruk (*Citrus sp*.) adalah tanaman buah tahunan yang berasal dari Asia. Jeruk sudah tumbuh di Indonesia sejak ratusan tahun lalu, baik secara alami atau dibudidayakan. Jenis jeruk lokal yang dibudidayakan di Indonesia adalah jeruk keprok (*Citrus reticulate/nobilis L*.), jeruk siam (*C. microcarpa L.* dan *C. sinesis L*) yang terdiri atas Siam Pontianak, Siam Garut, Siam Lumajang, serta jeruk besar (*C. maxima Herr*.) yang terdiri atas jeruk Nambangan-Madium dan Bali [3].

Klasifikasi Ilmiah Jeruk adalah:
Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Magnoliophyta*
Kelas : *Magnoliopsida*
Subkelas : *Rosidae*
Ordo : *Sapindales*
Famili : *Rutaceae*
Subfamili : *Aurantioideae*
Bangsa : *Citreae*
Genus : *Citrus*

Selain dapat dinikmati rasanya, buah jeruk memiliki kandungan vitamin dan zat mineral lainnya. Pada gambar 2.1 dibawah ini menunjukkan kandungan yang dimiliki buah jeruk setiap 100 gram.

Kandungan Kadar	Jenis Jeruk			
	Keprok	Manis	Nipis	Grape Fruit
Vitamin A (I.U.)	400,0	200,0	–	–
Vitamin B (I.U.)	60,0	60,0	60,0	60,0
Vitamin C (I.U.)	60,0	30,0	40,0	50,0
Protein (gram)	0,5	0,5	0,5	0,5
Lemak (gram)	0,1	0,1	–	–
Hidrat arang (gram)	8,0	10,0	3,0	4,0
Besi (mgr)	–	0,3	0,1	0,1
Kapur (mgr)	40,0	40,0	10,0	20,0
Phosphor (mgr)	20,0	20,0	10,0	20,0

Gambar 2.1 Kandungan Vitamin dan Zat Mineral lainnya setiap 100 gram Buah Jeruk [6]

2.2.2 *Kualitas*

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), kualitas adalah tingkat baik buruknya sesuatu. Istilah ini banyak digunakan dalam kaitannya dengan suatu produk atau jasa. Dalam penelitian ini, kualitas digunakan untuk menunjukkan tingkat baik buruknya buah jeruk.

Kualitas buah jeruk ini menggunakan standar dari SNI 3165:2009 (Badan Standar Nasional 2009) [7] seperti pada Tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.2 Standar Jeruk Siam/Keprok dari SNI 3165:2009

Kelas	Berat (gram/ buah)	Diameter (mm)	TPT (Brix)
A	≥151	≥71	≥8
B	101-150	61-70	
C	51-100	51-60	
D	≤50	40-50	

Dalam pembobotan kualitas jeruk (*orange quality)* berasal dari *paper* yang berjudul “Sistem Pendukung Keputusan Untuk

Menentukan Kualitas Buah Jeruk Dengan Menerapkan Metode Bayes (Studi Kasus : Kabupaten Karo)" [8]. Bobot atau nilai kualitas jeruk siam/keprok yang digunakan yaitu pada Tabel 2.4 berikut.

Tabel 2.3 Bobot atau nilai kualitas jeruk siam/keprok [8]

Bobot atau Nilai	Keterangan
0- 4,5	Berkualitas Buruk
4,6-6,9	Berkualitas Sedang
7-9,9	Berkualitas Baik
10-12	Berkualitas Sangat Baik

2.2.3 *Simulasi*

Simulasi merupakan suatu proses merancang model matematika atau logika dari suatu sistem dan kemudian menjalankannya. Tujuannya yaitu untuk mendeskripsikan, menjelaskan, dan memprediksi karakteristik dinamis dari sistem tersebut. Simulasi ini menggunakan perangkat komputer yang mempunyai makna menirukan suatu sistem nyata (*real system*) yang menjadi objek kajijan dalam rangka mencari jawaban yang ada pada persoalan sistem tersebut. Untuk itu, simulasi juga dapat diartikan sebagai suatu metodologi yang melaksanakan percobaan dari sistem nyata dengan menggunakan perangkat untuk meniru sistem nyata guna mempelajari dan memaknai sifat-sifat, tingkah laku, dan karakter operasi [9]. Model simulasi terbagi menjadi tiga dimensi yaitu [10]:

1. Statistik dan dinamik: Statistic model tidak terpengaruh oleh perubahan waktu, dinamik model dipengaruhi oleh perubahan waktu.

2. Kontinu dan diskret: Pada model diskret jika variabel yang mencerminkan status sistem berubah pada titik waktu tertentu sedangkan model kontinu jika perubahan

variabel sistem berlangsung secara berkelanjutan seiring dengan perubahan waktu.

3. Deterministik dan stokastik: Model deterministik tidak mengandung variabel yang bersifat random, sedangkan model stokastik mengandung beberapa input yang bersifat random. Model bisa mempunyai *deterministic* dan random variabel dalam komponen yang berbeda.

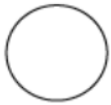
2.2.4 *Sistem Dinamik*

Sistem dinamik merupakan metodologi untuk memahami suatu masalah yang kompleks, dimana menitikberatkan pada pengambilan kebijakan dan bagaimana kebijakan tersebut menentukan tingkah laku dari masalah yang dimodelkan [11]. Sistem dinamik pertama kali diperkenalkan oleh Jay W. Forrester di Masschussetts Institute of Technology (MIT) pada tahun 1950-an. Hingga saat ini, metode sistem dinamik terus berkembang dan diterapkan dalam berbagai bidang keilmuan untuk menyelesaikan permasalahan.

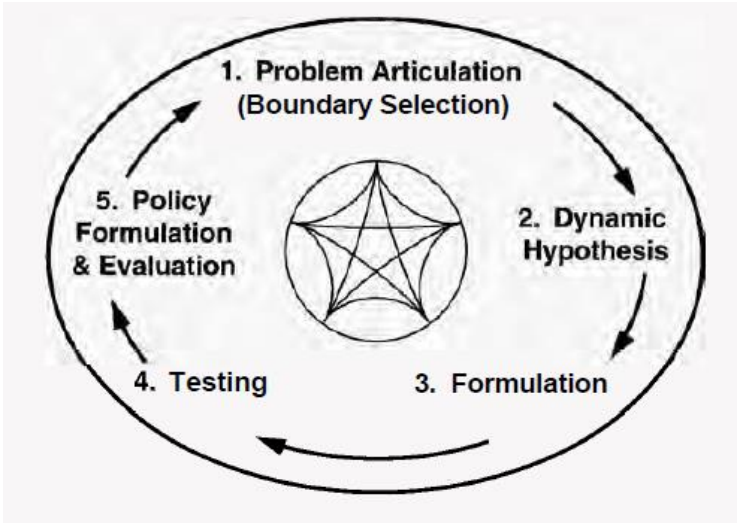
Sistem dinamik memanfaatkan konsep sebab-akibat dan permodelan *stock and flow* dan sangat terpengaruh pada fungsi waktu. Pada permodelan *stock and flow* terdapat beberapa variabel yang digunakan dalam diagram meliputi:

Tabel 2.4 Variabel permodelan *stock and flow* **[12]**

Variabel	**Simbol**	**Keterangan**
Level		Merupakan variabel yang menyatakan akumulasi dari kuantitas dari waktu ke waktu. Dapat berupa manusia, barang, ataupun lainnya. Akumulasi *rate* dapat mengubah nilainya.

Variabel	**Simbol**	**Keterangan**
Rate		Merupakan suatu aktivitas atau *movement* (pergerakan), atau aliran yang bergerak terhadap perubahan waktu. Rate ini dapat mengubah *state* dari level menuju level berikutnya.
Auxiliary		Merupakan variabel yang merepresentasikan formulasi yang dapat mempengaruhi *rate* atau variabel lainnya. Variabel ini sering digunakan untuk formulasi yang kompleks.

Dalam mengembangkan model sistem dinamik, terdapat tahapan-tahapan yang harus dilakukan. Adapun tahapan tersebut antara lain:



Gambar 2.2 Tahapan Pengembangan Sistem Dinamik [13]

1. *Problem articulation (boundary selection)*

   Tahapan ini bertujuan untuk menentukan artikulasi permasalahan sehingga dapat mengetahui permasalahan yang sebenarnya terjadi pada sistem. Terdapat 4 tahap dalam *problem articulation,* antara lain:

   a. *Theme Selection*
      Sebelum melakukan *modelling* suatu sistem, perlu untuk mengetahui permasalahan yang akan diselesaikan dan tujuan pembuatan model tersebut.
   b. *Defining key variables*
      Tahap selanjutnya adalah menentukan variabel utama (*key variables*) pada model dan alasan dalam pemilihan *key variables* tersebut.
   c. *Setting the time horizon*
      Menentukan batas waktu (*time horizon*) dengan mempertimbangkan kemunculan dari pengaruh

dynamic behaviors (perilaku dinamik) dan *delay time* (waktu penundaan).

d. *Dynamic Problem Definition (reference model)*
Reference model adalah data historis dari perilaku dinamik untuk *key variables* pada sistem nyata, dimana hal ini akan digunakan sebagai *behaviors testing* dari model yang dibuat.

2. *Formulation of dynamic hypothesis*
*Dynamic Hypothesis*atau hipotesis dinamik ini menjelaskan bagaimana permasalahan dalam sistem yang akan diteliti dapat terjadi. Terdapat 3 tahap dalam memformulasikan hipotesis dinamik ini, antara lain:
   a. *Initial Hypothesis Generation*
   Pada tahap ini dilakukan hipotesis awal untuk sistem yang akan diteliti sehingga dapat mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada sistem tersebut.
   b. *Endogenous Focus*
   Pada tahap ini dilakukan penetapan variabel endogen, variabel eksogen, dan variabel yang diabaikan. Tahap ini lebih fokus pada variabel endogen.
   c. *Mapping*
   Pada tahap ini dilakukan pengembangan *feedback structure* dengan menggunakan metode *Model boundary diagram, subsystem diagram, causal loop diagram,* dan *stock and flow diagram.*

3. *Formulation of simulation model*
Tahap formulasi simulasi model ini bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan dari konsep yang belum jelas pada model. Adapun tahapan *formulation of simulation model* antara lain:
   a. Melakukan spesifikasi pada struktur dan menentukan aturan keputusan dari model yang dibuat
   b. Melakukan estimasi parameter, menentukan hubungan perilaku (*behavior relationships*), dan menetapkan

kondisi awal (*initial condition*) pada model yang telah dibuat

c. Melakukan pengujian model terhadap tujuan dan batasan yang telah ditetapkan.

4. Testing

Pada tahap *testing* ini dilakukan beberapa pengujian. Adapun tahapan-tahapan dari pengujian antara lain [13]:

a. *Boundary Adequency*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah model sudah dapat mengatasi masalah dan apakah perilakunya sudah sesuai dengan sistem.

b. *Structure Assessment*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui relevansi struktur dan tingkat agregasi model dengan sistem yang ada sehingga dapat diketahui apakah model dapat digunakan sesuai kebutuhan sistem.

c. *Dimensional Consistency*

Pengujian ini bertujuan untu mengetahui setiap persamaan dan satuan model apakah sudah sesuai dengan sistem atau belum.

d. *Parameter Assessment*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui niai parameter pada variabel, apakah sudah konsisten dan relevan atau belum.

e. *Extreme Condition*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah hasil dari persamaan masuk akal bahkan ketika inputnya mengambil bernilai ekstrim.

f. *Integration Error*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah hasil sensitif terhadap pilihan langkah waktu atau numerik.

g. *Behavior Reproduction*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah hasil variabel endogen pada model menghasilkan perilaku (kualitatif dan kuantitatif) yang sama dengan

perilaku sistem. Adapun perhitungan kuantitatif seperti berikut:

i. R^2

$$R^2 = r^2; r = \frac{1}{n}\sum \frac{(X_d - \overline{X_d})\,(X_m - \overline{m})}{S_d\, S_m} \qquad (2.1)$$

Pada Persamaan 2.1, R^2 melakukan pembagian pada varians data yang dikeluarkan oleh model. Jika data aktual dengan data pada model sama persis, maka R^2= 1. Namun, jika output model konstan, maka R^2 = 0.

ii. MAE

$$MAE = \frac{1}{n}\sum |X_m - X_d| \qquad (2.2)$$

Persamaan 2.2 menunjukkan persamaan dari MAE (*Mean Absolute Error). Mean Absolute Error* adalah perhitungan yang digunakan untuk mengukur perbedaan pada dua variabel. Pada model dinamik, MAE digunakan untuk mengukur seberapa besar *error* yang terjadi antara data asli (X_d) dengan data yang dihasilkan oleh model (X_m).

iii. MSE

$$MSE = \frac{1}{n}\sum |X - X_d|^2 \qquad (2.3)$$

Persamaan 2.3 menunjukkan persamaan dari MSE. *Mean Square Error* adalah perhitungan yang digunakan untuk mengukur selisih antara data asli asli (X_d) dengan data yang dihasilkan oleh model (X_m). Variasi lain dari MSE adalah RMSE atau *Root Mean Square Error*, yaiu adalah akar dari nilai MSE.

h. *Behavior Anomaly*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui hasil perilaku yang anomali dari model.

i. *Family Member*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah model menghasilkan perilaku yang sama dari contoh lain untuk sistem yang sama.

j. *Surprise Behavior*
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah model menghasilkan output nilai yang tidak teramati sebelumnya, atau model dapat mengantisipasi perkembangan dari sistem.

k. *Sensitivity Analysis*
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar perubahan hasil dari perubahan variabel yang dilakukan. Ada tiga jenis sensitivitas, yaitu *Numerical Sensitivity*, *Behavior Mode Sensitivity*, dan *Policy Sensitivity*.

l. *System Improvement*
Pengujian ini bertujuan untuk menilai apakah pemodelan yang dibuat dapat mengubah sistem yang dimodelkan menjadi lebih baik.

5. *Policy design and evaluation*
Tahap terakhir yaitu melakukan perancangan kebijakan dan evaluasi (*policy design and evaluation*). Tahap ini dilakukan setelah model yang dibuat memiliki struktur dan perilaku yang tepat sehingga dapat digunakan dalam merancang kebijakan dan evaluasi.

2.2.5 *Causal Loop Diagram*

Causal loop diagram atau yang biasa disebut diagram kausatik merupakan diagram yang menjelaskan hubungan antar elemen pada suatu sistem dinamik. *Causal loop diagram* ini menggunakan *feedback* untuk menjelaskan proses yang ada dan digunakan untuk memahami perilaku dalam suatu sistem, sehingga dapat dilakukan formulasi strategi yang tepat untuk menangani perilaku tersebut [14]. Fungsi utama dari CLD adalah untuk menampilkan hipotesa sebab-akibat dari tiap-tiap

variabel yang telah ditemukan, sehingga sistem dapat dipresentasikan kedalam struktur yang lebih baik [13].

Causal loop diagram terdiri dari variabel-variabel yang dihubungkan dengen link atau dengan notasi anak panah (→) dengan notasi polaritas pada ujung link berupa tanda (+) atau (-) dan penundaan (||). Tanda (+) digunakan jika penyebab dan efeknya berbading lurus, sedangkan tanda (-) digunakan jika penyebab dan efeknya berbanding terbalik.

2.2.6 *Stock Flow Diagram*

Stock Flow Diagram (SFD) merupakan sebuah diagram yang merepresentasikan jalannya sistem dengan membedakan bagian-bagian utama dari sistem dan bagian-bagian yang menyebabkan perubahan pada sistem [15]. *Stock Flow Diagram* memungkinkan peneliti untuk melakukan kalkulasi dan prediksi keterkaitan antar variable dengan tepat. Formulasi yang telah dilakukan akan dimasukan kedalam tiap-tiap variabel yang ada pada *Stock Flow Diagram*.

Terdapat 5 persyaratan yang harus dipenuhi untuk menyusun *stock flow diagram*, yaitu:

a. Suatu *level* hanya dapat didahului oleh *rate*
b. *Level* dapat diikuti oleh tambahan (*auxiliary*) atau *rate*
c. Tambahan dapat diikuti oleh tambahan lain atau *rate*
d. *Rate* harus diikuti oleh suatu *level*, dan
e. *Level* bisa secara tidak langsung mempengaruhi *level* yang lain.

2.2.7 *Vensim*

Vensim adalah perangkat lunak yang dikembangkan oleh Ventana Systems UK Ltd. Vensim memiliki fungsi utama yakni melakukan simulasi pada sebuah sistem, dalam rangka untuk meningkatkan kinerja sistem nyata. Perangkat lunak ini dapat digunakan untuk mengembangkan berbagai jenis model,

sebagai contoh *Stock and Flow Diagram* dan *Causal Loop Diagram*. Selain kemampuannya dalam menciptakan model yang berkualitas, Vensim memiliki fleksibilitas yang tinggi karena dapat terhubung dengan data, terdistribusi secara fleksibel, dan memiliki algoritma yang canggih. Selain itu, Vensim juga menyediakan konfigurasi yang sangat luas, agar lebih mudah digunakan oleh berbagai kalangan, dari mulai siswa hingga profesional [16].

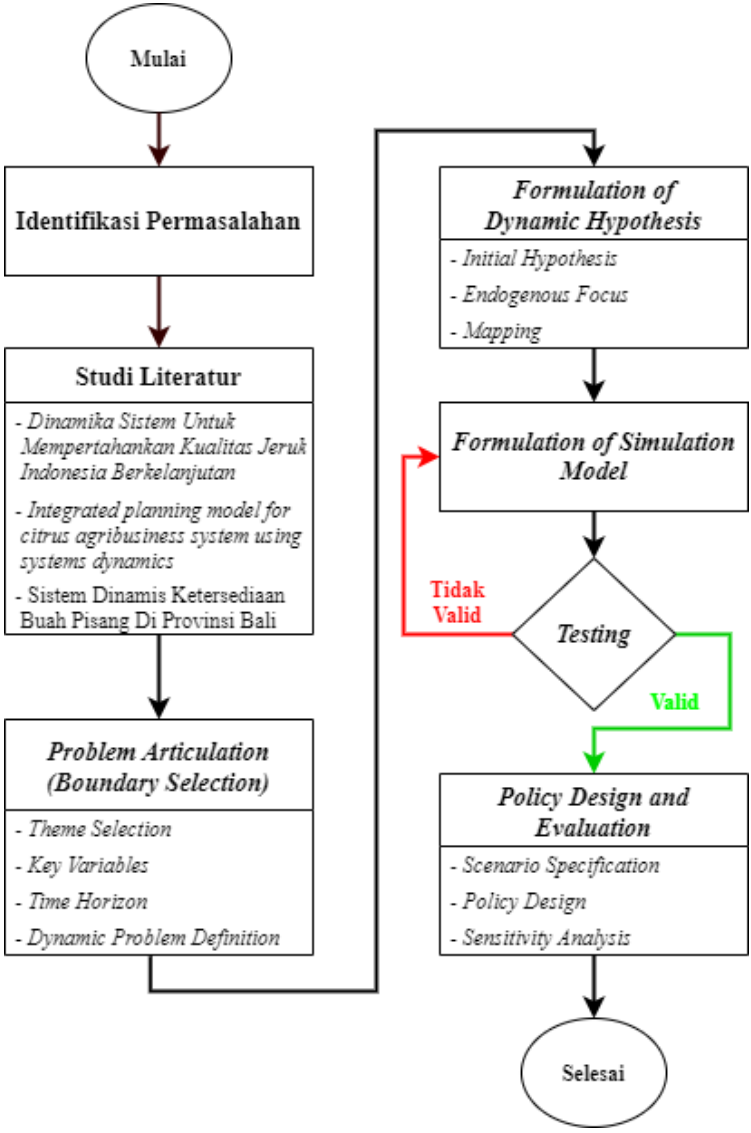
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III
METODOLOGI

Pada bagian ini dijelaskan metodologi yang akan digunakan sebagai panduan untuk menyelesaikan penelitian tugas akhir ini.

3.1 Diagram Metodologi

Pada sub bab ini akan dijelaskan mengenai tahapan yang dilakukan dalam penelitian. Adapun diagram penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini.



Gambar 3.1 Metodologi penelitian

3.2 Uraian Metodologi

Uraian metodologi berisikan tentang penjelasan dari metodologi yang telah digambarkan sebelumnya.

3.2.1 Identifikasi Permasalahan

Pada tahap indentifikasi permasalahan dilakukan penjabaran latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, hingga manfaat agar tugas akhir yang dilakukan benar-benar tepat sasaran. Permasalahan yang diidentifikasi berkaitan dengan peningkatan kualitas jeruk siam/keprok di Jawa Timur.

3.2.2 Studi Literatur

Pada tahap studi literatur, dilakukan pengumpulan informasi dan referensi yang berkaitan dengan topik penelitian. Pengumpulan informasi dan referensi dilakukan dengan berbagai cara seperti membaca *e-book*, jurnal penelitian, *paper*, dan sumber-sumber lain yang terpercaya dan sesuai dengan penelitian. Studi literatur yang dibahas terkait kata kunci dari tugas akhir ini, yaitu Hortikultura, Jeruk, Sistem Dinamis, Model, Simulasi.

3.2.3 Problem Articulation (Boundary Selection)

Tahapan ini bertujuan untuk menentukan artikulasi permasalahan sehingga dapat mengetahui permasalahan yang sebenarnya terjadi pada sistem. Terdapat 4 tahap dalam *problem articulation*, antara lain:

a. *Theme Selection*
   Sebelum melakukan *modelling* suatu sistem, perlu untuk mengetahui permasalahan yang akan diselesaikan dan tujuan pembuatan model tersebut. Pada tahap ini harus dapat menjawab *what is the problem?* dan *why it is a problem?*
b. *Defining key variables*

Tahap selanjutnya adalah menentukan variabel utama (*key variables*) pada model dan alasan dalam pemilihan *key variables* tersebut.

c. *Setting the time horizon*
   Berikutnya adalah menentukan batas waktu (*time horizon*) dari simulasi model yang akan dilakukan. Hal ini harus mempertimbangkan kemunculan dari pengaruh *dynamic behaviors* (perilaku dinamik) dan *delay time* (waktu penundaan). *Time Horizon* ini sebaiknya memiliki gambaran ke belakang yang cukup jauh, sehingga dapat menggambarkan gejala dan menunjukkan bagaimana suatu masalah dapat terjadi. *Time Horizon* juga harus diperpanjang ke masa depan agar dapat melihat pengaruhnya terhadap kebijakan yang diterapkan.
d. *Dynamic Problem Definition (reference modes)*
   Selanjutany yaitu penentuan data model referensi (*reference modes*). *Reference model* adalah data historis dari perilaku dinamik untuk *key variables* pada sistem nyata, dimana hal ini akan digunakan sebagai *behaviors testing* dari model yang dibuat.

3.2.4 Formulation of dynamic hypothesis

Dynamic Hypothesis atau hipotesis dinamik ini menjelaskan bagaimana permasalahan dalam sistem yang akan diteliti dapat terjadi. Terdapat 3 tahap dalam memformulasikan hipotesis dinamik ini, antara lain:

a. *Initial Hypothesis Generation*
   Pada tahap ini dilakukan hipotesis awal untuk sistem yang akan diteliti sehingga dapat mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada sistem tersebut.
b. *Endogenous Focus*
   Pada tahap ini dilakukan penetapan variabel endogen, variabel eksogen, dan variabel yang diabaikan. Tahap ini lebih fokus pada variabel endogen.

c. *Mapping*
   Pada tahap ini dilakukan pengembangan *feedback structure* dengan menggunakan metode *Model boundary diagram, subsystem diagram, causal loop diagram,* dan *stock and flow diagram.*

3.2.5 Formulation of simulation model

Tahap formulasi simulasi model ini bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan dari konsep yang belum jelas pada model. Adapun tahapan *formulation of simulation model* antara lain:

a. Melakukan spesifikasi pada struktur dan menentukan aturan keputusan dari model yang dibuat
b. Melakukan estimasi parameter, menentukan hubungan perilaku (*behavior relationships*), dan menetapkan kondisi awal (*initial condition*) pada model yang telah dibuat
c. Melakukan pengujian model terhadap tujuan dan batasan yang telah ditetapkan.

3.2.6 Testing

Pada tahap *testing* ini dilakukan beberapa pengujian. Adapun tahapan-tahapan dari pengujian antara lain [13]:

1. *Boundary Adequency*
   Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah model sudah dapat mengatasi masalah dan apakah perilakunya sudah sesuai dengan sistem. Pengujian ini dapat dilakukan dengan menggunakan *model boundary charts, subsystem diagram,* melakukan analisis terhadap *causal loop diagram* dan *stock and flow diagram,* melakukan wawancara dengan pihak yang terkait, ataupun melakukan studi literatur.
2. *Structure Assessment*
   Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui relevansi struktur dan tingkat agregasi model dengan sistem yang ada

sehingga dapat diketahui apakah model dapat digunakan sesuai kebutuhan sistem. Pengujian ini dilakukan dengan melakukan analisis pada *subsystem diagram, causal loop diagram* dan *stock and flow diagram.*

3. *Dimensional Consistency*
   Pengujian ini bertujuan untu mengetahui setiap persamaan dan satuan model apakah sudah sesuai dengan sistem atau belum.
4. *Parameter Assessment*
   Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui niai parameter pada variabel, apakah sudah konsisten dan relevan atau belum.
5. *Extreme Condition*
   Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah hasil dari persamaan masuk akal bahkan ketika inputnya mengambil bernilai ekstrim.
6. *Integration Error*
   Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah hasil sensitif terhadap pilihan langkah waktu atau numerik.
7. *Behavior Reproduction*
   Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah hasil variabel endogen pada model menghasilkan perilaku (kualitatif dan kuantitatif) yang sama dengan perilaku sistem. Adapun persamaan untuk R^2 dapat dilihat pada persamaan 2.1, persamaan MAE dapat dilihat pada persamaan 2.2, dan persamaan MSE dapat dilihat pada persamaan 2.3.
8. *Behavior Anomaly*
   Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui hasil perilaku yang anomali dari model.
9. *Family Member*
   Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah model menghasilkan perilaku yang sama dari contoh lain untuk sistem yang sama.
10. *Surprise Behavior*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah model menghasilkan output nilai yang tidak teramati sebelumnya, atau model dapat mengantisipasi perkembangan dari sistem.

11. *Sensitivity Analysis*
    Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar perubahan hasil dari perubahan variabel yang dilakukan. Ada tiga jenis sensitivitas, yaitu:
    a. *Numerical Sensitivity*
       Terjadi bila perubahan asumsi yang dilakukan dapat mengubah nilai yang dihasilkan.
    b. *Behavior Mode Sensitivity*
       Terjadi bila perubahan asumsi yang dilakukan dapat mengubah pola perilaku yang dihasilkan oleh model.
    c. *Policy Sensitivity*
       Terjadi bila perubahan asumsi yang dilakukan dapat memberikan dampak terhadap kebijakan yang diusulkan.
12. *System Improvement*
    Pengujian ini bertujuan untuk menilai apakah pemodelan yang dibuat dapat mengubah sistem yang dimodelkan menjadi lebih baik.

3.2.7 Policy design and evaluation

Tahap terakhir yaitu melakukan perancangan kebijakan dan evaluasi (*policy design and evaluation*). Tahap ini dilakukan setelah model yang dibuat memiliki struktur dan perilaku yang tepat sehingga dapat digunakan dalam merancang kebijakan dan evaluasi.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV
MODEL DAN IMPLEMENTASI

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai pembuatan model yang sesuai dengan sistem nyata serta penjelasannya untuk memastikan kebenaran dari implementasi model. Selanjutnya dilakukan analisis terdadap model tersebut, sehingga dapat digunakan dalam menyelesaikan permasalahan di tugas akhir dengan menggunakan bantuan aplikasi *Ventana System* (*Vensim*).

4.1 Pengumpulan Data

Pada tahap ini akan dilakukan penjabaran dari permasalahan utama dan identifikasi faktor-faktor apa saja yang terlibat dalam permasalahan di tugas akhir ini. Tujuannya adalah untuk mengetahui gambaran jelas dari sistem yang akan dibuat.

Pada tugas akhir ini, membutuhkan beberapa data yang berhubungan dengan permasalahan yang diambil. Pada kasus peningkatan kualitas jeruk lokal di Jawa Timur, diperlukan data sekunder yang berasal dari penelitian sebelumnya maupun website pemerintah. Beberapa data pokok yang digunakan diambil dari hasil survei atau penelitian yang dilakukan oleh Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Data-data yang dikumpulkan antara lain:

a. Data produktivitas jeruk siam/keprok di Jawa Timur
b. Data konsumsi perkapita penduduk pada produk jeruk
c. Data penduduk Jawa Timur
d. Data standar kualitas jeruk siam/keprok

Data-data yang telah disebutkan memiliki pengaruh dalam studi kasus, yaitu peningkatan kualitas jeruk lokal. Data-data tersebut akan digunakan untuk pengembangan model. Penggunaan data pada pengerjaan tugas akhir ini akan menyesuaikan kebutuhan

variabel terhadap kondisi eksisting sistem usaha tani jeruk siam/keprok. Variabel pada model merupakan pengembangan dari hasil studi literatur dan analisis dari penulis dalam pengerjaan tugas akhir ini. Dari variabel-variabel tersebut, nantinya akan dijadikan sebagai input pada pembuatan model *causal loop diagram* dan *stock and flow diagram.*

Pada model sistem dinamik ini menggunakan rentang waktu dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2020. Namun, karena keterbatasan data penelitian, maka digunakan metode *forward* dan *backward* data untuk melengkapi data. Metode ini menggunakan data asli yang diperoleh, kemudian menentukan rata-rata *rate* kenaikan dari data asli.

1. Data Produktivitas

   Data produktivitas ini diperlukan untuk mengetahui seberapa banyak jeruk yang dipanen dari seluruh luas lahan yang dipanen. Dengan mengetahui produktivitas panen akan mengetahui seberapa banyak jeruk yang diproduksi. Data produktivitas ini merupakan data produktivitas jeruk siam/keprok di Jawa Timur setiap tahun. Produktivitas paling besar yaitu 66,29 ton/ha sedangkan produktivitas terkecil sejumah 31,78 ton/ha. Data produktivitas ini dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Data Produktivitas Jeruk Siam/Keprok di Jawa Timur

Tahun	Produktivitas (Ton/Ha)
2010	36,96
2011	40,02
2012	43,33
2013	46,92
2014	39,28
2015	31,78
2016	32,40

Tahun	Produktivitas (Ton/Ha)
2017	53,14
2018	57,20
2019	61,58
2020	66,29

2. Data Konsumsi per Kapita

   Data konsumsi per kapita ini diperlukan untuk mengetahui seberapa banyak konsumsi jeruk tiap orang dalam satu tahun. Berdasarkan Tabel 4.2 berikut, konsumsi per kapita paling banyak yaitu 4,93 kg/kapita/tahun dan konsumsi per kapita paling sedikit yaitu 1,52 kg/kapita/tahun.

Tabel 4.2 Data konsumsi per kapita

Tahun	Data konsumsi per kapita
2010	1,52
2011	1,73
2012	1,97
2013	2,24
2014	2,71
2015	3,29
2016	3,60
2017	3,49
2018	3,92
2019	4,40
2020	4,93

3. Data Penduduk Jawa Timur

   Data penduduk ini diperlukan untuk mengetahui total konsumsi jeruk di Jawa Timur. Total konsumsi jeruk siam/keprok di Jawa Timur ini akan diperoleh dengan cara

mengalikan data konsumsi per kapita dengan data penduduk di Jawa Timur. Data penduduk Jawa Timur dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Data penduduk Jawa Timur

Tahun	Penduduk
2010	37565706
2011	37840657
2012	38106590
2013	38363195
2014	38610202
2015	38847561
2016	39075152
2017	39292971
2018	39500851
2019	39698631
2020	39886288

4. Data Standar Kualitas Jeruk Siam/Keprok

Data Standar Kualitas Jeruk Siam/Kerpk ini diperlukan dalam menentukan baik buruknya buah jeruk siam/keprokKualitas buah jeruk ini menggunakan standar dari SNI 3165:2009 (Badan Standar Nasional 2009) [7] seperti pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Standar Jeruk Siam/Keprok dari SNI 3165:2009

Kelas	Berat (gram/ buah)	Diameter (mm)	TPT (Brix)
A	≥151	≥71	≥8
B	101-150	61-70	
C	51-100	51-60	
D	≤50	40-50	

4.2 *Problem Articulation (Boundary Selection)*

Pada tahapan ini dilakukan artikulasi permasalahan untuk mengetahui permasalahan yang sebenarnya terjadi pada sistem. Adapun tahapan-tahapan artikulasi permasalahan (*problem articulation)* sebagai berikut.

4.2.1. Theme Selection

Tahapan *theme selection* ini akan menjabarkan permasalahan yang terjadi pada sistem. Penelitian ini memiliki fokus untuk meningkatkan kualitas jeruk siam/keprok di Jawa Timur. Penelitian ini menggunakan asumsi kualitas jeruk berdasarkan minggu setelah berbunga. Kualitas jeruk merupakan *auxiliary* yang dipengaruhi oleh berat jeruk, ukuran jeruk, dan kematangan jeruk. Kualitas jeruk akan mempengaruhi *sales volume* jeruk siam/keprok melalui variabel penghubung dampak kualitas jeruk ke *sales volume* jeruk siam/keprok. Kemudian *sales volume* jeruk siam/keprok ini akan mempengaruhi *Market Share* jeruk siam/keprok, dimana *Market Share of* jeruk siam/keprok ini akan mempengaruhi permintaan jeruk siam/keprok. Dari permintaan jeruk siam/keprok ini akan menunjukkan rasio pemenuhan (*fulfillment ratio*) dari jeruk siam/keprok ini. *Fulfillment ratio* ini diperoleh dari perbandingan produksi jeruk siam/keprok dan permintaan jeruk siam/keprok.

4.2.2. Defining Key Variables

Identifikasi variabel ini dilakukan dengan cara menelaah data-data yang diperoleh dan studi literatur pada penelitian-penelitian sebelumnya yang telah dilakukan. Berdasarkan hal tersebut, terdapat beberapa variabel yang penting dalam pengembangan model, antara lain:

1. Jumlah kebutuhan jeruk untuk industri
2. *Sales volume* jeruk siam/keprok
3. *Sales volume* jeruk impor

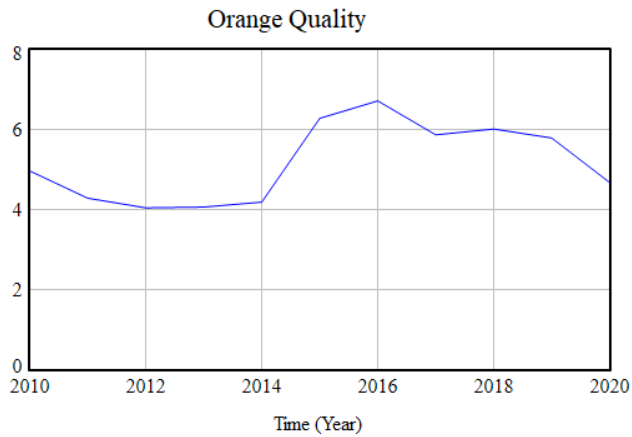
4. *Market share* jeruk siam/keprok
5. Produksi jeruk siam/keprok di Jawa Timur
6. Total permintaan jeruk siam/keprok di Jawa Timur
7. *Fulfillment ratio*

4.2.3. Time Horizon

Dalam mengembangkan sebuah model, perlu dilakukan pendefinisian rentang waktu (*time horizon)*, dimana *time horizon* ini akan menjadi waktu berjalannya suatu model. Dalam penelitian ini, rentang waktu yang digunakan yaitu dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2020.

4.2.4. Dynamic Problem Definition (Reference Modes)

Reference modes yang akan ditampilkan ini menjelaskan mengenai permasalahan yang terjadi pada sistem dari waktu ke waktu. *Reference modes* disini menggunakan *time horizon* dari 2010 sampai dengan tahun 2020. Pada Gambar 4.1 menunjukkan grafik *reference modes orange quality*.



Gambar 4.1 *Reference modes* untuk *orange quality*

Grafik pada Gambar 4.1 menunjukkan nilai dari *orange quality*. Nilai dari *orange quality* cenderung tidak stabil. Hal ini

disebabkan karena variabel berat jeruk, ukuran jeruk, dan kematangan jeruk yang menjadi variabel yang mempengaruhi kualitas jeruk ini nilainya tidak stabil.

4.3 *Formulation of Dynamic Hypothesis*

Pada tahapan ini akan dilakukan hipotesisn dinamik yang bertujuan untuk menjelaskan bagaimana permasalahan dalam suatu sistem dapat terjadi. Adapun tahapan *dynamic hypothesis* antara lain:

4.3.1 Initial hypothesis generation

Penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan kualitas jeruk siam/keprok. Variabel yang diteliti dalam meningkatkan kualitas jeruk siam/keprok ini adalah berat jeruk, ukuran jeruk, dan kematangan jeruk. Kualitas jeruk nantinya akan mempengaruhi *sales volume* jeruk siam/keprok melalui variabel penghubung dampak kualitas jeruk ke *sales volume* jeruk siam/keprok. Kemudian *sales volume* jeruk siam/keprok ini akan mempengaruhi *Market Share* jeruk siam/keprok, dimana *Market Share of* jeruk siam/keprok ini akan mempengaruhi permintaan jeruk siam/keprok. Dari permintaan jeruk siam/keprok ini akan menunjukkan rasio pemenuhan (*fulfillment ratio*) dari jeruk siam/keprok ini. *Fulfillment ratio* ini diperoleh dari perbandingan produksi jeruk siam/keprok dan permintaan jeruk siam/keprok.

4.3.2 Endogenous focus

Pada permodelan dinamik ini bertujuan untuk mencari penjelasan endogen untuk permasalahan yang ada. Namun, fokus permodelan dinamik pada variabel endogen tidak berarti tidak memasukkan variabel eksogen pada model, tetapi harus mempertimbangkan apakah *feedback* penting dari variabel endogen kepada variabel eksogen [13]. Penelitian ini fokus pada bagaimana meningkatkan kualitas jeruk siam/keprok.

Permasalahan yang terjadi adalah ketika kualitas jeruk belum memenuhi permintaan dari pasar. Untuk itu perlu adanya upaya peningkatan kualitas jeruk sehingga kualitas jeruk tersebut dapat memenuhi permintaan dari pasar. Kemudian, perlu diketahui apakah rasio pemenuhan terhadap jeruk siam/keprok sudah terpenuhi, sehingga dihitung pula rasio pemenuhan jeruk siam/keprok ini. Rangkaian penelitian peningkatan kualitas hingga pemenuhan kebutuhan jeruk siam/keprok ini membentuk suatu *loop* yang menjadi fokus pada penelitian ini.

4.3.3 Mapping

Tahapan *mapping* ini merupakan tahapan pemetaan dari permasalahan sistem dinamik yang berdasarkan tahapan-tahapan sebelumnya. Adapun tahapan dalam pemetaan ini antara lain:

4.3.3.1 Model boundary diagram

Model boundary diagram merupakan tabel atau diagram yang menunjukkan batasan ruang lingkup pada model. Informasi yang termuat pada tabel ini berupa variabel endogen, variabel eksogen, dan variabel yang tidak dimasukkan ke dalam model [13]. *Model boundary diagram* pada penelitian ini ditunjukkan pada tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 *Model Boundary Diagram*

Variabel Endogen	Variabel Eksogen	Variabel yang tidak dimasukkan
Local Orange Production	*Minimum Local Orange Planting Area*	*Farmer Share*
Local orange planting area	*Maximum Local Orange Planting Area*	

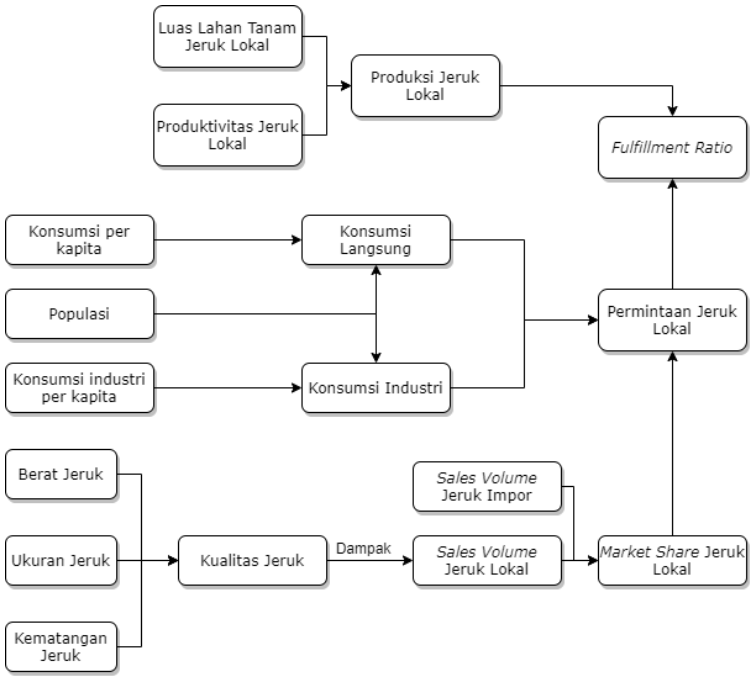
Variabel Endogen	Variabel Eksogen	Variabel yang tidak dimasukkan
Local orange productivity	*Average Local Orange Planting Area*	
Fulfillment Ratio	*Standard Deviation Local Orange Planting Area*	
Local Orange Demands	*Minimum Local Orange Productivity*	
Local Orange Direct Consumptions	*Maximum Local Orange Productivity*	
Local Orange Industry Consumptions	*Average Local Orange Productivity*	
Population	*Standard Deviation Local Orange Productivity*	
Increased Population	*Percentage of Fulfillment Ratio*	
Decreased Population	*Per Capita Consumptions*	
Sales Volume of Imported Orange	*Per Capita Industry Consumptions*	
Rate in Sales Volume of Imported Orange	*Minimum Increased Population*	
Outflow Sales Volume of Imported Orange	*Maximum Increased Population*	
Sales Volume of Local Orange	*Average Increased Population*	
Rate in Sales Volume of Local Orange	*Standard Deviation Increased Population*	

Variabel Endogen	Variabel Eksogen	Variabel yang tidak dimasukkan
Outflow Sales Volume of Local Orange	*Minimum Decreased Population*	
Market Share of Local Orange	*Maximum Decreased Population*	
Impact of Orange Quality to Sales Volume of Local Orange	*Average Decreased Population*	
Local Orange Quality	*Standard Deviation Decreased Population*	
Local Orange Size	*Import Share*	
Increased of Local Orange Size	*Rate out Sales Volume of Imported Orange*	
Decreased of Local Orange Size	*Rate Out Sales Volume of Local Orange*	
Rate of Orange Size	Minggu Setelah Berbunga	
Local Orange Weight		
Increased of Local Orange Weight		
Decreased of Local Orange Weight		
Rate of Orange Weight		
Local Orange Ripeness		
Increased of Local Orange Ripeness		

Variabel Endogen	Variabel Eksogen	Variabel yang tidak dimasukkan
Decreased of Local Orange Ripeness		
Total Padatan Terlarut		

4.3.3.2 Subsystem Diagram

Subsystem diagram menunjukkan bagaimana elemen-elemen dalam suatu sistem dapat saling berbagi informasi. Adapun *subsystem diagram* pada penelitia ini ditunjukkan pada Gambara 4.2 berikut.



Gambar 4.2 *Subsystem Diagram*

Gambar 4.2 ini menampilkan *subsystem diagram* yang digunakan sebagai dasar pengembangan model pada penelitian yang dilakukan. Kualitas jeruk yang diteliti dipengaruhi oleh berat jeruk, ukuran jeruk, dan kematangan jeruk. Kualitas jeruk ini akan mempengaruhi *sales volume* jeruk lokal. Kemudian *sales volume* jeruk lokal ini akan mempengaruhi *Market Share* jeruk lokal, dimana *Market Share of* jeruk siam/keprok ini akan mempengaruhi permintaan jeruk lokal. Dari permintaan jeruk siam/keprok ini akan menunjukkan rasio pemenuhan (*fulfillment ratio*) dari jeruk siam/keprok ini. *Fulfillment ratio* ini diperoleh dari perbandingan produksi jeruk siam/keprok dan permintaan jeruk siam/keprok. Produksi sendiri dipengaruhi oleh produktivitas jeruk lokal dan luas lahan tanam jeruk lokal.

4.3.3.3 Causal Loop Diagram

Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui pola perilaku dan hubungan antar variabel yang ada pada simulasi, sehingga dapat berguna untuk menentukan kesesuaian model dengan perilaku kehidupan. Pada Gambar 4.3 menunjukkan pengembangan untuk *causal loop diagram* untuk peningkatan kualitas jeruk siam/keprok di Jawa Timur.

Gambar 4.3 Pengembangan *Causal Loop Diagram*

Causal Loop Diagram ini memiliki variabel endogen dan variabel eksogen. Variabel Endogen adalah variabel yang menjadi fokus utama dalam sebuah pengamatan atau faktor-faktor yang mempengaruhi dari dalam. Variabel eksogen adalah variabel yang dapat mempengaruhi perubahan dalam variable endogen dan mempunyai pengaruh positif ataupun negatif di dalamnya.

Diagram kausatik tersebut dibuat berdasarkan pada studi literatur terhadap kualitas jeruk di Jawa Timur. Berikut adalah penjelasan dari tiap variabel yang terdapat pada diagram causal loop diagram, yang dapat dilihat pada Tabel 4.6 dibawah ini

Tabel 4.6 Variabel Causal Loop Diagram dan Deskripsi

No.	Variabel	Deskripsi	Satuan
1.	*Fulfillment Ratio*	Rasio pemenuhan permintaan jeruk	*Percent*
2.	*Local Orange Production*	Jumlah produksi jeruk yang dilakukan untuk memenuhi permintaan jeruk	Ton/year
3.	*Local Orange Demands*	Jumlah permintaan jeruk lokal di Jawa Timur	Ton/year
4.	*Local Orange Planting Area*	Lahan yang digunakan untuk menanam jeruk	Ha
5.	*Local Orange Productivity*	Produktivitan jeruk lokal di Jawa Timur	Ton/ha
6.	*Per Capita Consumptions*	Jumlah per kapita konsumsi jeruk untuk rumah tangga	Kg/ *capita*/ *year*
7.	*Local Orange Direct Consumptions*	Jumlah konsumsi jeruk untuk rumah tangga	Kg/year
8.	*Population*	Jumlah populasi penduduk di Jawa Timur	*People*
9.	*Local Orange Industry Consumptions*	Jumlah konsumsi jeruk untuk bahan baku industry	Kg/year
10.	*Per Capita Industry Consumptions*	Jumlah per kapita konsumsi jeruk untuk bahan baku industry	Kg/ *capita*/ *year*

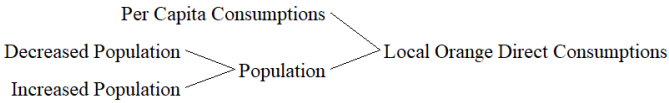
No.	Variabel	Deskripsi	Satuan
11.	*Market Share of Local Orange*	Persentase total penjualan buah jeruk dari semua sumber dengan total penjualan jeruk lokal	*Percent*
12.	*Sales Volume of Imported Orange*	Volume penjualan untuk jeruk impor	Ton
13.	*Import Share*	Persentase impor dari wilayah sumber ke wilayah yang tujuan dalam total impor tujuan.	*Percent*
14.	*Sales Volume of Local Orange*	Volume penjualan untuk jeruk lokal	Ton
15.	*Impact of Orange Quality to Sales Volume of Local Orange*	Dampak dari kualitas jeruk terhadap penjualan jeruk	*Dmnl*
16.	*Orange Quality*	Variabel kualitas jeruk	*Percent*
17.	*Local Orange Size*	Ukuran dari satu buah jeruk	Cm
18.	*Local Orange Ripeness*	Kematangan dari satu buah jeruk	Brix
19.	Minggu Setelah Berbunga	Ukuran yang digunakan dalam menentukan masa petik buah jeruk	*Week*

No.	Variabel	Deskripsi	Satuan
20.	Total Padatan Terlarut	Total Padatan Terlarut (TPT) menunjukkan komponen padat terlarut dalam air yang terkandung dalam daging buah dan secara tidak langsung mampu merepresentasikan tingkat kemanisan daging buah.	Brix
21.	*Local Orange Weight*	Berat dari satu buah jeruk	Gram

Variabel-variabel yang terdapat pada *causal loop diagram* memiliki hubungan sebab-akibat yang dapat dilihat pada causes tree. Dari *causes tree* tersebut menunjukkan variabel yang menjadi faktor-faktor yang memengaruhi kualitas jeruk. Berikut akan dijelaskan mengenai *causes tree* pada masing-masing variabel.

1. *Causes Tree* Variabel *Local Orange Direct Consumptions*

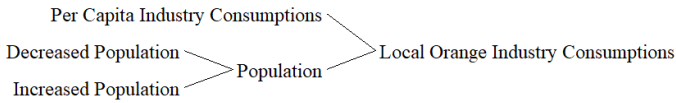
   Local Orange Direct Consumptions menunjukkan jumlah konsumsi jeruk lokal untuk kebutuhan langsung atau kebutuhan rumah tangga. *Local Orange Direct Consumptions* ini dipengaruhi oleh *per capita consumptions* dan *population*. *Causes tree* variabel *Local Orange Direct Consumptions* dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut.



Gambar 4.4 ***Causes Tree Variabel Local Orange Direct Consumptions***

2. *Causes Tree* Variabel *Local Orange Industry Consumptions*

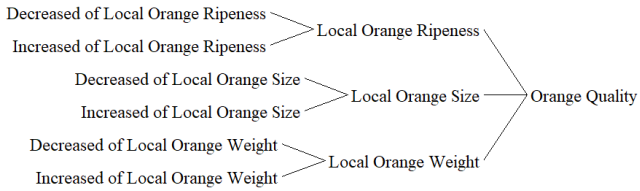
   Local Orange Industry Consumptions menunjukkan jumlah konsumsi jeruk lokal untuk kebutuhan industri, salah satunya sebagai bahan baku makanan. *Local Orange Industry Consumptions* ini dipengaruhi oleh *per capita industry consumptions* dan *population*. *Causes tree* variabel *Local Orange Industry Consumptions* dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.5 *Causes Tree Variabel Local Orange Industry Consumptions*

3. *Causes Tree* Variabel *Local Orange Quality*

   Local Orange Quality menunjukkan menunjukkan kualitas dari buah jeruk lokal. *Local Orange Quality* ini dipengaruhi oleh *local orange ripeness*, *local orange size*, dan *local orange weight*. *Causes tree* variabel *Local Orange Quality* dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut.

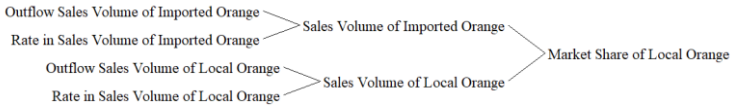


Gambar 4.6 *Causes Tree* Variabel *Local Orange Quality*

4. *Causes Tree* Variabel *Market Share of Local Orange*

   Variabel *market share of local orange* menunjukkan pangsa pasar dari jeruk lokal. *Market share of local orange* ini dipengaruhi oleh *sales volume of imported orange* dan *sales*

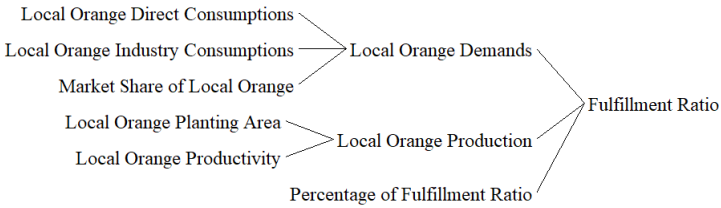
volume of local orange. Variabel *sales volume of imported orange* dipengaruhi oleh *Rate in Sales Volume of Imported Orange* dan *Outflow Sales Volume of Imported Orange* sedangkan variabel *Sales Volume of Local Orange* dipengaruhi oleh *Rate in Sales Volume of Local Orange* dan *Outflow Sales Volume of Local Orange*. *Causes tree* variabel *Market Share of Local Orange* dapat dilihat pada Gambar 4.7 berikut.



Gambar 4.7 ***Causes Tree Variabel Market Share of Local Orange***

5. *Causes Tree* Variabel *Fulfillment Ratio*

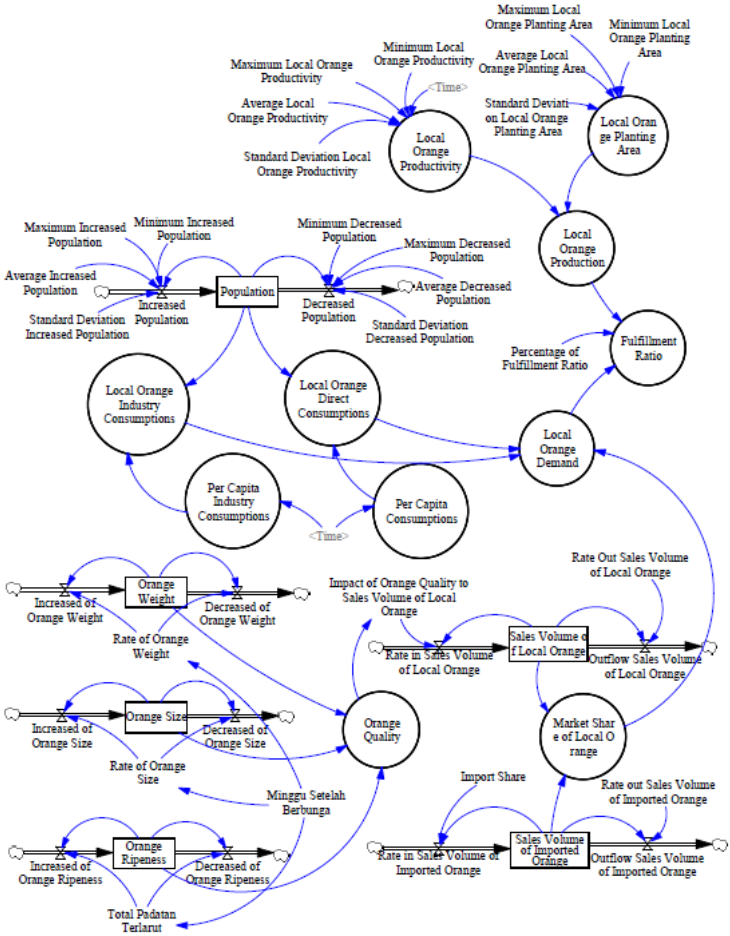
Fulfillment ratio menunjukkan rasio pemenuhan permintaan jeruk. Fulfillment ratio ini dipengaruhi oleh *local orange demands*, *local orange production*, dan *Percentage of Fulfillment Ratio*. Variabel *local orange demands* ini dipengaruhi oleh *Local Orange Industry Consumptions*, *Local Orange Direct Consumptions*, dan *Market Share of Local Orange*. Untuk variabel *local orange production* dipengaruhi oleh *Local Orange Planting Area* dan *Local Orange Productivity*. *Causes tree* variabel *Fulfillment Ratio* dapat dilihat pada Gambar 4.8 berikut.



Gambar 4.8 ***Causes Tree Variabel Fulfillment Ratio***

4.3.3.4 Membuat *Stock and Flow Diagram*

Tahapan selanjutnya adalah membuat *stock and flow diagram*. *Stock and flow diagram* ini berfungsi untuk mengetahui pola perilaku hubungan antar variabel menggunakan metode simulasi sehingga dapat diketahui kesesuaian dengan sistem yang nyata. *Stock and flow diagram* ini menggambarkan variabel-variabel dalam usaha tani jeruk yang berpengaruh pada kualitas jeruk siam/keprok dan pengaruh kualitas jeruk pada permintaan jeruk. Adapun *stock and flow diagram* peningkatan kualitas jeruk siam/keprok ditunjukkan pada Gambar 4.9 berikut.



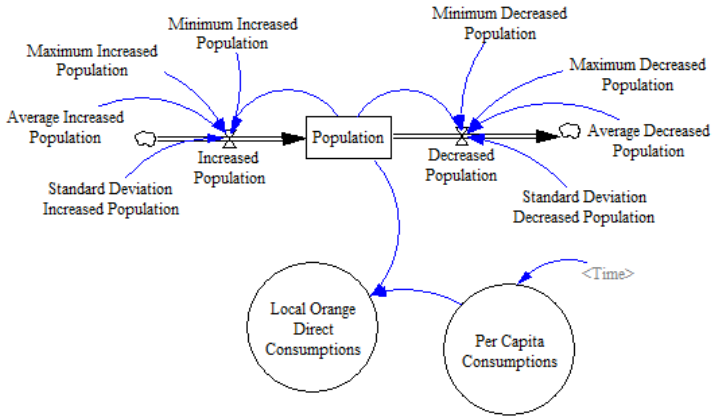
Gambar 4.9 ***Stock and Flow Diagram*** **Peningkatan Kualitas Jeruk**

Permodelan *stock and flow diagram* ini dikembangkan menjadi beberapa sub model. Adapun penjelasan rinci dari tiap sub model adalah sebagai berikut:

1. Sub Model *Local Orange Direct Consumptions*

   Sub model ini menunjukkan jumlah konsumsi jeruk siam/keprok yang dikonsumsi langsung oleh penduduk

jawa timur. Konsumsi langsung buah jeruk siam/keprok ini diperoleh dari konsumsi per kapita (kg/kapita/tahun) dikalikan dengan jumlah penduduk Jawa Timur. Data konsumsi per kapita ini diperoleh dari publikasi Kementerian Pertanian Republik Indonesia [2]. Data yang ditampilkan di sub model ini adalah data tahun 2010-2020. Berikut adalah sub model konsumsi langsung buah jeruk yang ditunjukkan oleh Gambar 4.10 berikut.

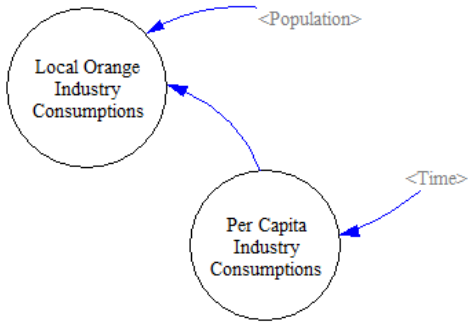


Gambar 4.10 Sub Model *Stock and Flow Diagram Local Orange Direct Consumptions*

Sub model *local orange direct consumptions* ini dipengaruhi oleh variabel *population* dan *per capita consumptions*. Variabel *population* ini merupakan jumlah populasi penduduk Jawa Timur. Variabel lain yang mempengaruhi konsumsi jeruk langsung atau konsumsi jeruk untuk rumah tangga adalah konsumsi per kapita. Konsumsi per kapita ini merupakan rata-rata konsumsi buah jeruk oleh penduduk selama satu tahun.

2. Sub Model *Local Orange Industry Consumptions*

Sub model ini menunjukkan jumlah konsumsi jeruk siam/keprok untuk bahan baku industri makanan. Data yang ditampilkan di sub model ini adalah data tahun 2010-2020. Berikut adalah sub model kebutuhan buah jeruk untuk industri makanan yang ditunjukkan oleh Gambar 4.11 berikut.



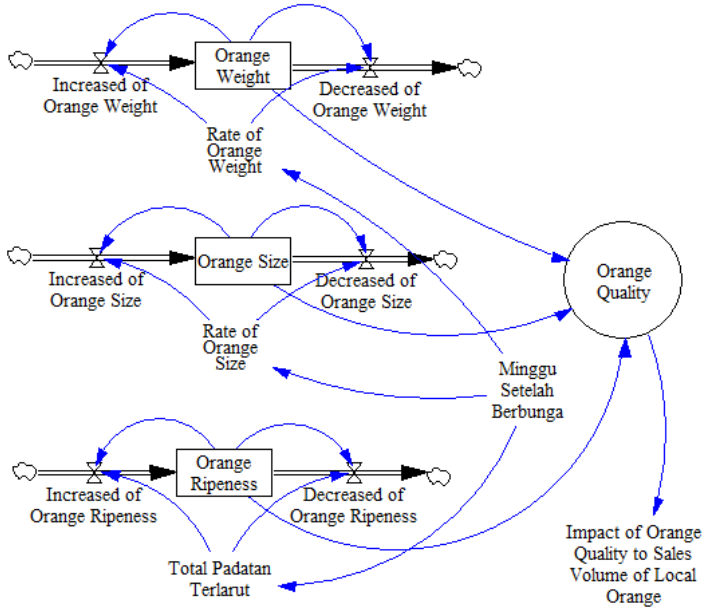
Gambar 4.11 Sub Model Stock and Flow *Diagram Local Orange Industry Consumptions*

Selain konsumsi jeruk untuk kebutuhan rumah tangga, terdapat konsumsi jeruk untuk kebutuhan industri makanan. *Variabel per capita industry consumptions* ini merupakan rata-rata konsumsi buah jeruk kebutuhan industri selama satu tahun.

3. Sub Model *Local Orange Quality*

Model ini menunjukkan kualitas buah jeruk. Dari model ini ditunjukkan bahwa kualitas buah jeruk dipengaruhi oleh 3 variabel, yaitu ukuran (*size*), berat (*weight*), dan kematangan (*ripeness*). Kualitas buah jeruk ini menggunakan standar dari SNI 3165:2009 (Badan Standar Nasional 2009) [7].

Berikut adalah sub model *Local Orange Quality* yang ditunjukkan pada Gambar 4.12 berikut ini.



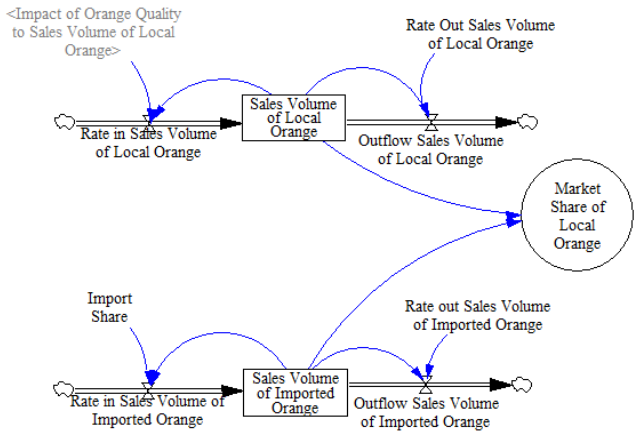
Gambar 4.12 Sub Model *Stock and Flow Diagram Local Orange Quality*

Local orange weight (berat jeruk lokal) merupakan salah satu indikator yang menentukan kualitas jeruk. Pada model ini, *local orange weight* bertipe *level* dengan variabel *inflow* berupa *increased of local orange weight* dan variabel *outflow* berupa *decreased of local orange weight*. Selain itu, variabel lain yang mempengaruhi *orange quality* adalah *Local orange size* (ukuran jeruk lokal) merupakan indikator lain yang menentukan kualitas jeruk. Pada model ini, *local orange size* bertipe level dengan variabel *inflow* berupa *increased of local orange size* dan variabel *outflow* berupa *decreased of local orange size*. Variabel selanjutnya yang

mempengaruhi *orange quality* yaitu *local orange ripeness* (kematangan jeruk lokal) merupakan indikator selanjutnya yang menentukan kualitas jeruk. Pada model ini, *local orange ripeness* bertipe level dengan variabel *inflow* berupa *increased of local orange ripeness* dan variabel *outflow* berupa *decreased of local orange ripeness*. Variabel *increased of local orange ripeness* dan *decreased of local orange ripeness* ini dipengaruhi oleh variabel Total Padatan Terlarut (TPT).

4. Sub Model *Market Share of Local Orange*

Berikut ini merupakan sub model dari *market share* buah jeruk. *Market share* dari jeruk siam/keprok ini dipengaruhi oleh *volume* penjualan jeruk impor dan *volume* penjualan jeruk siam/keprok. Model *market share* dari jeruk siam/keprok ini bertujuan untuk mengetahui pangsa pasar konsumen jeruk siam/keprok. Adapun *stock and flow diagam market share of local orange* dapat dilihat pada Gambar 4.13 berikut ini.



Gambar 4.13 Sub Model *Stock and Flow Diagram Market Share Of Local Orange*

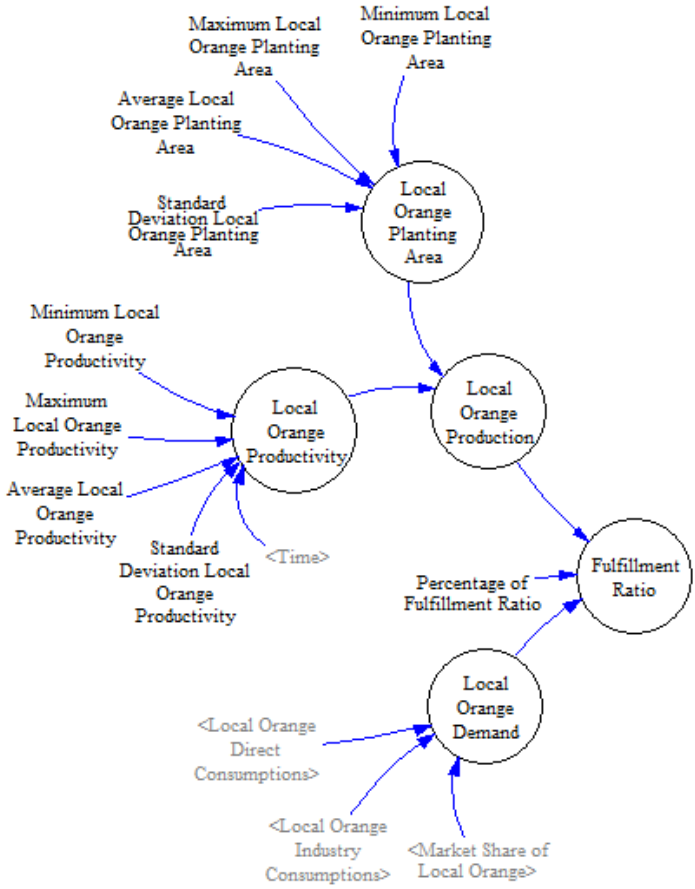
Variabel *market share of local orange* ini dipengaruhi oleh *sales volume of local orange* dan *sales volume of imported orange*. Variabel *sales volume of local orange* ini bertipe *level*, dengan *inflow* yaitu *rate ini sales volume of local orange* dan *outflow* yaitu *Outflow Sales Volume of Local Orange*. Sementara itu, variabel *sales volume of imported orange* bertipe *level*, dengan *inflow* yaitu *rate in sales volume of imported orange* dan *outflow* yaitu *Outflow Sales Volume of Imported Orange*.

5. Sub Model *Fulfillment Ratio*

Model ini menunjukkan *fulfillment ratio* (rasio pemenuhan) akan kebutuhan buah jeruk siam/keprok, apakah akan terpenuhi atau tidak, sehingga dapat memenuhi permintaan akan buah jeruk siam/keprok.

Rasio pemenuhan ditunjukkan dengan perbandingan jumlah buah jeruk yang tersedia ketika diminta oleh konsumen, dengan mengetahui jumlah produksi buah jeruk yang dihasilkan dan jumlah permintaan buah jeruk yang diminta oleh konsumen. Dari hal tersebut, maka akan diketahui apakah buah jeruk siam/keprok ini akan mengalami defisit atau surplus.

Data yang ditampilkan di sub model ini adalah data tahun 2010-2020. Berikut adalah sub model *fulfillment ratio* buah jeruk yang ditunjukkan oleh Gambar 4.14 berikut ini.



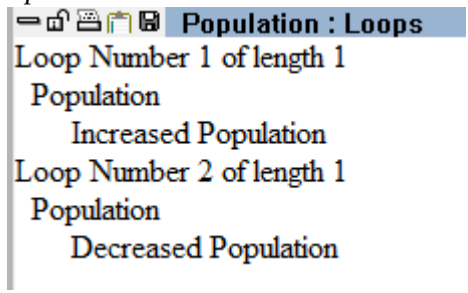
Gambar 4.14 Sub Model *Stock and Flow Diagram Fulfillment Ratio*

Variabel *fulfillment ratio* ini dipengaruhi oleh *local orange production, percentage of fulfillment ratio,* dan *local orange demand.* Produksi jeruk ini dipengaruhi oleh *local orange planting area* (lahan tanam jeruk lokal) dan *lokal orang productivity* (produktivitas jeruk). Variabel *local orange demand* ini diperoleh dari total konsumsi jeruk

langsung dan konsumsi jeruk untuk industri yang dikalikan dengan *market share* jeruk lokal.

Pada model *stock and flow diagram* ini memiliki beberapa *Loops*. *Loops* ini terbentuk sesuai dengan *Causal Loops Diagram.* Adapun *Loops* tersebut antara lain:

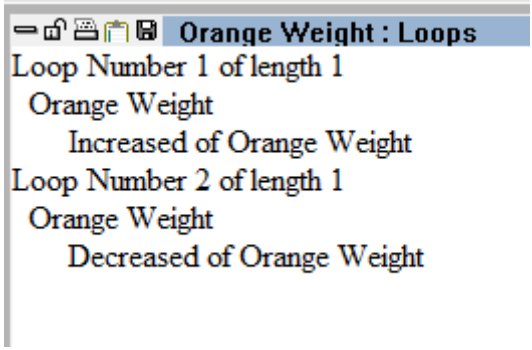
a. Loops Population



Gambar 4.15 *Loops Population*

Gambar 4.15 menunjukkan *Loops Population. Loops* yang pertama ini merupakan *Loops* antara *Population* dan *Increased Population. Loops* ini memiliki nilai *feedback* positif dimana jika *Increased Population* bertambah, maka *Population* akan bertambah. Pada *Loops* yang kedua yaitu antara *Population* dan *Decreased Population. Loops* ini memiliki nilai *feedback* negatif, karena jika *decreased population* bertambah maka *population* akan berkurang.

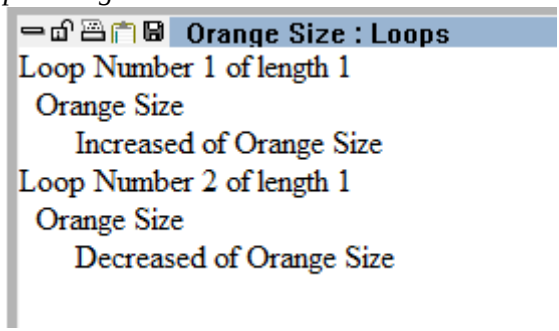
b. *Loops Orange Weight*



Gambar 4.16 ***Loops Orange Weight***

Gambar 4.16 menunjukkan *Loops Orange Weight*. *Loops* yang pertama ini merupakan *Loops* antara *Orange Weight* dan *Increased of Orange Weight*. *Loops* ini memiliki nilai *feedback* positif dimana jika *Increased of Orange Weight* bertambah, maka *Orange Weight* akan bertambah. Pada *Loops* yang kedua yaitu antara *Orange Weight* dan *Decreased of Orange Weight*. *Loops* ini memiliki nilai *feedback* negatif, karena jika *decreased of Orange Weight* bertambah maka *Orange Weight* akan berkurang.

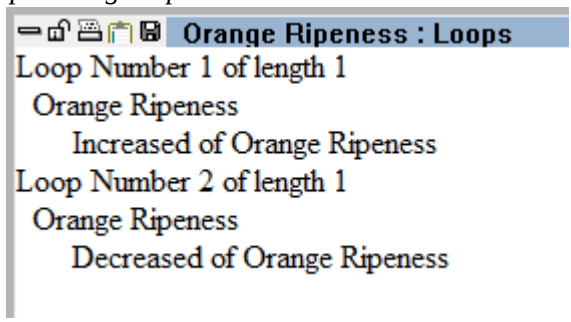
c. *Loops Orange Size*



Gambar 4.17 ***Loops Orange Size***

Gambar 4.17 menunjukkan *Loops Orange Size*. *Loops* yang pertama ini merupakan *Loops* antara *Orange Size* dan *Increased of Orange Size*. *Loops* ini memiliki nilai *feedback* positif dimana jika *Increased of Orange Size* bertambah, maka *Orange Size* akan bertambah. Pada *Loops* yang kedua yaitu antara *Orange Size* dan *Decreased of Orange Size*. *Loops* ini memiliki nilai *feedback* negatif, karena jika *decreased of Orange Size* bertambah maka *Orange Size* akan berkurang.

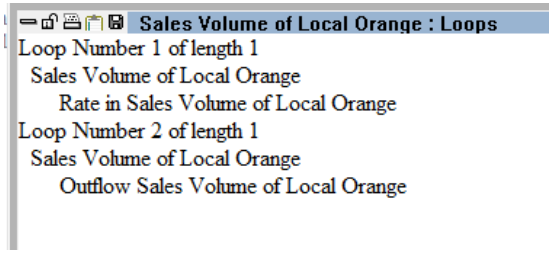
d. *Loops Orange Ripeness*



Gambar 4.18 ***Loops Orange Ripeness***

Gambar 4.18 menunjukkan *Loops Orange Ripeness*. *Loops* yang pertama ini merupakan *Loops* antara *Orange Ripeness* dan *Increased of Orange Ripeness*. *Loops* ini memiliki nilai *feedback* positif dimana jika *Increased of Orange Ripeness* bertambah, maka *Orange Ripeness* akan bertambah. Pada *Loops* yang kedua yaitu antara *Orange Ripeness* dan *Decreased of Orange Ripeness*. *Loops* ini memiliki nilai *feedback* negatif, karena jika *decreased of Orange Ripeness* bertambah maka *Orange Ripeness* akan berkurang.

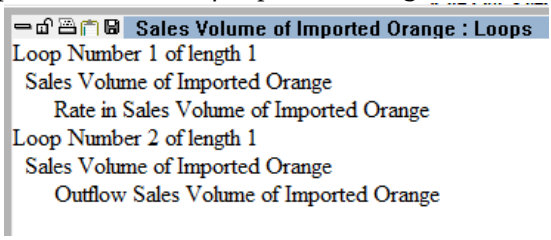
e. *Loops Sales Volume of Local Orange*



Gambar 4.19 ***Loops Sales Volume of Local Orange***

Gambar 4.19 menunjukkan *Loops Sales Volume of Local Orange*. *Loops* yang pertama ini merupakan *Loops* antara *Sales Volume of Local Orange* dan *Rate in Sales Volume of Local Orange*. *Loops* ini memiliki nilai *feedback* positif dimana jika *Rate in Sales Volume of Local Orange* bertambah, maka *Sales Volume of Local Orange* akan bertambah. Pada *Loops* yang kedua yaitu antara *Sales Volume of Local Orange* dan *Outflow Sales Volume of Local Orange*. *Loops* ini memiliki nilai *feedback* negatif, karena jika *Outflow Sales Volume of Local Orange* bertambah maka *Sales Volume of Local Orange* akan berkurang.

f. *Loops Sales Volume of Imported Orange*



Gambar 4.20 ***Loops Sales Volume of Imported Orange***

Gambar 4.20 menunjukkan *Loops Sales Volume of Imported Orange*. *Loops* yang pertama ini merupakan *Loops* antara *Sales Volume of Imported Orange* dan *Rate in Sales Volume of Imported Orange*. *Loops* ini memiliki nilai *feedback* positif dimana jika *Rate in*

Sales Volume of Imported Orange bertambah, maka *Sales Volume of Imported Orange* akan bertambah. Pada *Loops* yang kedua yaitu antara *Sales Volume of Imported Orange* dan *Outflow Sales Volume of Imported Orange*. *Loops* ini memiliki nilai *feedback* negatif, karena jika *Outflow Sales Volume of Imported Orange* bertambah maka *Sales Volume of Imported Orange* akan berkurang.

4.4 *Formulation of Simulation Model*

Pada tahapan ini dilakukan formulasi pada model yang akan dikembangkan. Formulasi ini dibagi menjadi beberapa sub model sesuai dengan sub model pada *stock and flow diagram* yang dibuat sebelumnya.

4.4.1. Formulasi *Local Orange Direct Consumptions*

Sub model *local orange direct consumptions* ini dipengaruhi oleh variabel *population* dan *per capita consumptions*. Variabel *population* ini merupakan jumlah populasi penduduk Jawa Timur. Variabel *population* ini bertipe *level* dengan *rate inflow* berupa *increased population* (peningkatan populasi) dan rate *outflow* berupa *decreased population* (penurunan populasi). Dalam membuat persamaan, variabel *increased population* dan variabel *decreased population* menggunakan nilai *RANDOM NORMAL* yang disesuaikan dengan kondisi data yang diperoleh. Data populasi penduduk Jawa Timur diperoleh dari data dari Badan Pusat Statistik (BPS) [17]. Pada Tabel 4.7 merupakan *syntax* yang digunakan pada variabel *population*.

Tabel 4.7 *Syntax* yang digunakan pada variabel population

Variabel	Persamaan
Population	INTEG (“Birth”-“Death”, 3.75657e+07)

Variabel	Persamaan
Increased Population	RANDOM NORMAL(Minimum Increased Population, Maximum Increased Population, Average Increased Population, Standard Deviation Increased Population, 0) * Population
Minimum Increased Population	0.0026
Maximum Increased Population	0.0042
Average Increased Population	0.0034
Standard Deviation Increased Population	0.006
Decreased Population	RANDOM NORMAL(Minimum Decreased Population, Maximum Decreased Population, Average Decreased Population, Standard Deviation Decreased Population, 0) * Population
Minimum Decreased Population	-0.0042
Maximum Decreased Population	-0.0026
Average Decreased Population	-0.0034
Standard Deviation Decreased Population	2e-05

Variabel selanjutnya yang mempengaruhi konsumsi jeruk langsung atau konsumsi jeruk untuk rumah tangga adalah konsumsi per kapita. Konsumsi per kapita ini merupakan rata-rata konsumsi buah jeruk oleh penduduk selama satu tahun. Variabel per kapita consumptions ini bertipe *auxiliary*. Dalam

membuat persamaan variabel *per capita consumptions* ini menggunakan nilai dari *IF THEN ELSE* dan *RANDOM NORMAL*. Data konsumsi jeruk per kapita selama setahun ini diperoleh dari publikasi Kementerian Pertanian Republik Indonesia [2]. Data yang diperoleh merupakan data tahun 2013-2017, sedangakan data yang ingin digunakan dalam model merupakan data tahun 2010-2020, sehingga untuk mengatasi masalah kekurangan data pada tahun tertentu, dilakukan metode *forward* dan *backward data*. Satuan yang digunakan dalam *per capita consumptions* adalah *ton/person/year*. Data yang diperoleh dengan satuan *kg/person/year* diubah ke *ton/person/year* dengan membagi 1000, hal ini dimasudkan untuk membuat unit model sesuai sehingga dapat lolos verifikasi (*unit check*). Pada Tabel 4.8 merupakan *syntax* yang digunakan pada variabel *per capita consumptions.*

Tabel 4.8 *Syntax* yang digunakan pada variabel *per capita consumptions*

Variabel	Persamaan
Per Capita Consumptions	(IF THEN ELSE(Time=2010, 1.5, (IF THEN ELSE(Time=2011, 1.7, (IF THEN ELSE(Time=2012, 1.96, (IF THEN ELSE(Time=2013, 2.42,(IF THEN ELSE(Time=2014, 2.7, (IF THEN ELSE(Time=2015, 3.3, (IF THEN ELSE(Time=2016, 3.6, (IF THEN ELSE(Time=2017, 3.5, (IF THEN ELSE(Time=2018, 3.9, (IF THEN ELSE(Time=2019, 4.4, (IF THEN ELSE(Time=2020, 4.9, RANDOM NORMAL(1.5, 4.9, 3.07, 2.7, 0))))))))))))))))))))))/1000

Variabel *local orange direct consumptions* ini merupakan total konsumsi jeruk untuk kebutuhan rumah tangga atau konsumsi langsung di Jawa Timur. Adapun *Syntax* yang digunakan pada variabel *local orange direct consumptions* ini dapat dilihat di Tabel 4.9 berikut.

Tabel 4.9 *Syntax* yang digunakan pada *local orange direct consumptions*

Variabel	Persamaan
Local Orange Direct Consumptions	Population * Per Capita Consumptions

4.4.2. Formulasi *Local Orange Industry Consumptions*

Selain konsumsi jeruk untuk kebutuhan rumah tangga, terdapat konsumsi jeruk untuk kebutuhan industri makanan. *Variabel per capita industry consumptions* ini merupakan rata-rata konsumsi buah jeruk kebutuhan industri selama satu tahun. Variabel *per capita industry consumption* ini bertipe *auxiliary* dan persamaan variabel ini menggunaakan nilai *dari IF THEN ELSE* dan *RANDOM NORMAL*. Data konsumsi industri per kapita jeruk siam/keprok ini diperoleh dari data yang diterbitkan oleh Kementrian Pertanian Republik Indonesia [3]. Data yang diperoleh merupakan data tahun 2015-2020, sedangakan data yang ingin digunakan dalam model merupakan data tahun 2010-2020, sehingga untuk mengatasi masalah kekurangan data pada tahun tertentu, dilakukan metode *forward* dan *backward data*. Data yang diperoleh dengan satuan *kg/person/year* diubah ke *ton/person/year* dengan membagi 1000, hal ini dimasudkan untuk membuat unit model sesuai sehingga dapat lolos verifikasi (*unit check*). Pada Tabel 4.10 merupakan *syntax* yang digunakan pada *variabel per capita industry consumptions*.

Tabel 4.10 *Syntax* yang digunakan pada *variabel per capita industry consumptions*

Variabel	Persamaan
Per Capita Industry Consumptions	(IF THEN ELSE(Time=2010, 5.9, (IF THEN ELSE(Time=2011, 6.2, (IF THEN ELSE(Time=2012, 6.6, (IF THEN ELSE(Time=2013, 7,(IF THEN ELSE(Time=2014, 7.4, (IF THEN ELSE(Time=2015, 8, (IF THEN ELSE(Time=2016, 8.4, (IF THEN ELSE(Time=2017, 8.8, (IF THEN ELSE(Time=2018, 9.4, (IF THEN ELSE(Time=2019, 9.9, (IF THEN ELSE(Time=2020, 10.5, RANDOM NORMAL(5.86, 10.48, 8, 1.46, 0))))))))))))))))))))))/1000

Total konsumsi jeruk untuk kebutuhan industri ini diperoleh dari perkalian antara per kapita konsumsi industri dan jumlah populasi di Jawa Timur. Adapun *Syntax* yang digunakan pada variabel ini dapat dilihat dari Tabel 4.11 berikut.

Tabel 4.11 *Syntax* yang digunakan pada variabel *Local Orange Industry Consumptions*

Variabel	Persamaan
Local Orange Industry Consumptions	Per Capita Industry Consumptions * Population

4.4.3. Formulasi *Orange Quality*

Local orange weight (berat jeruk lokal) merupakan salah satu indikator yang menentukan kualitas jeruk. Dalam SNI 3165:2009, berat jeruk dapat menentukan apakah jeruk tersebut masuk kedalam kelas A, B, C, atau D. Pada model ini, *local*

orange weight bertipe *level* dengan variabel *inflow* berupa *increased of local orange weight* dan variabel *outflow* berupa *decreased of local orange weight*. Variabel *increased of local orange weight* dan *decreased of local orange weight* dipengaruhi oleh variabel minggu setelah berbunga. Minggu Setelah Berbunga (MSB) ini merupakan ukuran yang digunakan dalam menentukan waktu petik buah jeruk. Asumsi ini berdasarkan data penelitian yang berjudul "Kajian pra panen jeruk siam (*citrus suhuiensis tan*) untuk ekspor" [18]. Adapun *Syntax* yang digunakan pada variabel *local orange weight* dapat dilihat pada Tabel 4.12 berikut.

Tabel 4.12 *Syntax* yang digunakan pada variabel *Local orange weight*

Variabel	Persamaan
Local Orange Weight	INTEG ("Increased of Local Orange Weight" – "Decreased of Local Orange Weight", 50)
Increased of Local Orange Weight	Orange Weight*Rate of Orange Weight
Decreased of Local Orange Weight	Orange Weight * -Rate of Orange Weight
Rate of Orange Weight	IF THEN ELSE(Minggu Setelah Berbunga>=24:AND:Minggu Setelah Berbunga<=28, RANDOM UNIFORM(0.03, 0.07, 0), (IF THEN ELSE(Minggu Setelah Berbunga>28, RANDOM UNIFORM(-0.04, -0.005, 0), 0)))
Minggu Setelah Berbunga	RANDOM UNIFORM(24, 32, 0)

Local orange size (ukuran jeruk lokal) merupakan indikator lain yang menentukan kualitas jeruk. Dalam SNI 3165:2009, ukuran jeruk dapat menentukan apakah jeruk tersebut masuk kedalam kelas A, B, C, atau D. Pada model ini, *local orange size* bertipe

level dengan variabel *inflow* berupa *increased of local orange size* dan variabel *outflow* berupa *decreased of local orange size*. Variabel *increased of local orange size* dan decreased of local orange *size* ini dipengaruhi oleh variabel minggu setelah berbunga. Asumsi ini berdasarkan data penelitian yang berjudul "Kajian pra panen jeruk siam (*citrus suhuiensis tan*) untuk ekspor" [18]. Adapun *syntax* yang digunakan pada variabel *local orange size* dapat dilihat pada Tabel 4.13 berikut.

Tabel 4.13 *Syntax* yang digunakan pada variabel *Local orange size*

Variabel	Persamaan
Local Orange Size	INTEG ("Increased of Local Orange Size" – "Decreased of Local Orange Size", 5)
Increased of Local Orange Size	Orange Size*Rate of Orange Size
Decreased of Local Orange Size	Orange Size * -Rate of Orange Size
Rate of Orange Size	IF THEN ELSE(Minggu Setelah Berbunga>=24:AND:Minggu Setelah Berbunga<=32, RANDOM UNIFORM(0.006, 0.01, 0), RANDOM UNIFORM(-0.006, -0.018, 0))

Local orange ripeness (kematangan jeruk lokal) merupakan indikator selanjutnya yang menentukan kualitas jeruk. Dalam SNI 3165:2009, kematangan jeruk minimum 8^0 Brix. Pada model ini, *local orange ripeness* bertipe level dengan variabel *inflow* berupa *increased of local orange ripeness* dan variabel *outflow* berupa *decreased of local orange ripeness*. Variabel *increased of local orange ripeness* dan *decreased of local orange ripeness* ini dipengaruhi oleh variabel Total Padatan Terlarut (TPT). Asumsi ini berdasarkan data penelitian yang berjudul "Kajian pra panen jeruk siam (*citrus suhuiensis tan*)

untuk ekspor" [18]. Adapun *syntax* yang digunakan pada variabel *local orange ripeness* dapat dilihat pada Tabel 4.14 berikut.

Tabel 4.14 *Syntax* yang digunakan pada variabel *Local Orange Ripeness*

Variabel	Persamaan
Total Padatan Terlarut	IF THEN ELSE(Minggu Setelah Berbunga>=24 :AND: Minggu Setelah Berbunga<=30,RANDOM UNIFORM(0.01, 0.02, 0), (IF THEN ELSE(Minggu Setelah Berbunga>30, RANDOM UNIFORM(-0.009, -0.005, 0), 0)))
Local Orange Ripeness	INTEG ("Increased of Local Orange Ripeness" – "Decreased of Local Orange Ripeness", 8)
Increased of Local Orange Ripeness	(Orange Ripeness*Total Padatan Terlarut)
Decreased of Local Orange Ripeness	Orange Ripeness*-Total Padatan Terlarut

Dari ketiga indikator yang telah dijelaskan sebelumnya, akan berpengaruh pada variabel kualitas jeruk. Variabel *local orange quality* ini bertipe *auxiliary*. Bobot atau nilai kualitas jeruk siam/keprok yang digunakan yaitu pada Tabel 4.15 berikut.

Tabel 4.15 Bobot atau nilai kualitas jeruk siam/keprok [8]

Bobot atau Nilai	Keterangan
0- 4,5	Berkualitas Buruk
4,6-6,9	Berkualitas Sedang
7-9,9	Berkualitas Baik
10-12	Berkualitas Sangat Baik

Variabel *local orange quality* ini akan berpengaruh pada *sales volume* jeruk, dimana hal ini dihubungkan oleh variabel *Impact of Orange Quality to Sales Volume of Local Orange*. Adapun *Syntax* yang digunakan pada variabel *local orange quality* dapat dilihat pada Tabel 4.16 berikut.

Tabel 4.16 *Syntax* yang digunakan pada variabel *local orange quality*

Variabel	Persamaan
Local Orange Quality	IF THEN ELSE(Orange Weight>150, RANDOM UNIFORM(3.3, 4, 0), (IF THEN ELSE(Orange Weight>100 :AND: Orange Weight<151, RANDOM UNIFORM(2.3, 3, 0), (IF THEN ELSE(Orange Weight>50 :AND: Orange Weight<100, RANDOM UNIFORM(1.5, 2, 0), (IF THEN ELSE(Orange Weight<50, RANDOM UNIFORM(0.3, 1, 0), RANDOM UNIFORM(0.3, 4, 0)))))))) + IF THEN ELSE(Orange Size>7, RANDOM UNIFORM(3.3, 4, 0), (IF THEN ELSE(Orange Size>6 :AND:Orange Size<7, RANDOM UNIFORM(2.3, 3, 0), (IF THEN ELSE(Orange Size>5 :AND: Orange Size<6, RANDOM UNIFORM(1.5, 2, 0), (IF THEN ELSE(Orange Size<5, RANDOM UNIFORM(0.3, 1, 0),

Variabel	Persamaan
	RANDOM UNIFORM(0.3, 4, 0)))))))) + IF THEN ELSE(Orange Ripeness>10, RANDOM UNIFORM(3.3, 4, 0), (IF THEN ELSE(Orange Ripeness>8 :AND: Orange Ripeness<9, RANDOM UNIFORM(2.3, 3, 0), (IF THEN ELSE(Orange Ripeness<8, RANDOM UNIFORM(1.5, 2, 0), RANDOM UNIFORM(0.3, 4, 0)))))
Impact of Orange Quality to Sales Volume of Local Orange	Orange Quality/100

4.4.4 Formulasi *Market Share of Local Orange*

Data pada variabel *sales volume of local orange* ini diperoleh dari jumlah produksi jeruk siam/keprok di Jawa Timur. *Initial value sales* volume jeruk siam/keprok ini berdasarkan data produksi jeruk siam/keprok di Jawa Timur tahun 2010 yang diperoleh dari website Kementerian Pertanian Republik Indonesia [19]. Variabel *sales volume of local orange* ini bertipe *level*, dengan *inflow* yaitu *rate ini sales volume of local orange* dan *outflow* yaitu *Outflow Sales Volume of Local Orange*. *Rate ini sales volume of local orange* ini dipengaruhi oleh variabel *Impact of Orange Quality to Sales Volume of Local Orange* dan *Sales Volume of Local Orange* sedangkan *Outflow Sales Volume of Local Orange* dipengaruhi oleh variabel *Rate Out Sales Volume of Local Orange* dan *Sales Volume of Local Orange*. Adapun *Syntax* yang digunakan dari sub model ini dapat dilihat pada Tabel 4.17 berikut.

Tabel 4.17 *Syntax* yang digunakan pada variabel *Sales Volume of Local Orange*

Variabel	Persamaan
Sales Volume of Local Orange	INTEG (“Rate in Sales Volume of Local Orange”-“Outflow Sales Volume of Local Orange”, 267061)
Rate in Sales Volume of Local Orange	Impact of Orange Quality to Sales Volume of Local Orange *Sales Volume of Local Orange
Outflow Sales Volume of Local Orange	Rate Out Sales Volume of Local Orange * Sales Volume of Local Orange
Rate Out Sales Volume of Local Orange	RANDOM NORMAL(-0.4, 0.2, -0.15, 0.19, 0)

Variabel *sales volume of imported orange* ini bertipe *level*, dengan *inflow* yaitu *rate in sales volume of imported orange* dan *outflow* yaitu *Outflow Sales Volume of Imported Orange*. *Rate in sales volume of local orange* ini dipengaruhi oleh variabel *import share* dan *Sales Volume of Imported Orange* sedangkan variabel *Outflow Sales Volume of Imported Orange* dipengaruhi oleh *Rate out Sales Volume of Imported Orange* dan *Sales Volume of Imported Orange*. Sebagai initial value dari *sales volume of imported orange* ini yaitu jumlah impor jeruk yang masuk ke Indonesia pada tahun 2010. Data ini diperoleh dari publikasi dari Kementerian Pertanian Republik Indonesia than 2018 [2]. Adapun *Syntax* yang digunakan pada sub model ini dapat dilihat pada Tabel 4.18 berikut.

Tabel 4.18 *Syntax* yang digunakan pada variabel *Sales Volume of Imported Orange*

Variabel	Persamaan
Sales Volume of Imported Orange	INTEG (“Rate in Sales Volume of Imported Orange”-“Outflow Sales

Variabel	Persamaan
	Volume of Imported Orange", 89232)
Rate in Sales Volume of Imported Orange	Import Share * Sales Volume of Imported Orange
Import Share	0.2
Outflow Sales Volume of Imported Orange	Rate out Sales Volume of Imported Orange * Sales Volume of Imported Orange
Rate out Sales Volume of Imported Orange	RANDOM NORMAL(-0.3, 0.4, -0.03, 0.2, 0)

Variabel *market share of local orange* ini bertipe *auxiliary*, dimana variabel ini dipengaruhi oleh *sales volume of local orange* dan *sales volume of imported orange*. Adapun *Syntax* yang digunakan pada sub model ini dapat dilihat pada Tabel 4.19 berikut.

Tabel 4.19 *Syntax* yang digunakan pada *market share of local orange*

Variabel	Persamaan
Market Share of Local Orange	Sales Volume of Local Orange/(Sales Volume of Local Orange+Sales Volume of Imported Orange)

4.4.5 Formulasi *Fulfillment Ratio*

Variabel produksi jeruk ini menunjukkan jumlah produksi jeruk oleh petani di Jawa Timur. Produksi jeruk ini dipengaruhi oleh *local orange planting area* (lahan tanam jeruk lokal) dan *lokal orang productivity* (produktivitas jeruk). Variabel *local orange planting area* bertipe *auxiliary* dan menggunakan *persamaan IF THEN ELSE* dan *RANDOM NORMAL*. Untuk variabel *local orange productivity* juga bertipe *auxiliary* dan menggunakan

persamaan *IF THEN ELSE* dan *RANDOM NORMAL*. Pada Tabel 4.20 merupakan *Syntax* yang digunakan pada variabel *local orange production*, *local orange productivity*, dan *local orange planting area*.

Tabel 4.20 *Syntax* yang digunakan pada variabel *Local Orange Production*

Variabel	Persamaan
Local Orange Production	(Local Orange Productivity * Local Orange Planting Area)
Local Orange Productivity	IF THEN ELSE(Time=2010, 36.95, (IF THEN ELSE(Time=2011, 40, (IF THEN ELSE(Time=2012, 43.33, (IF THEN ELSE(Time=2013, 46.92, (IF THEN ELSE(Time=2014, 39.28,(IF THEN ELSE(Time=2015, 31.78, (IF THEN ELSE(Time=2016, 32.4, IF THEN ELSE(Time=2018, 57.2, (IF THEN ELSE(Time=2019, 61.58, (IF THEN ELSE(Time=2020, 66.2, RANDOM NORMAL(Minimum Local Orange Productivity, Maximum Local Orange Productivity, Average Local Orange Productivity, Standard Deviation Local Orange Productivity, 0))))))))))))))))))
Minimum Local Orange Productivity	31.78
Maximum Local Orange Productivity	66.29
Average Local Orange Productivity	46.26

Variabel	Persamaan
Standard Deviation Local Orange Productivity	20
Local Orange Planting Area	RANDOM NORMAL(Minimum Local Orange Planting Area, Maximum Local Orange Planting Area, Average Local Orange Planting Area, Standard Deviation Local Orange Planting Area, 0)
Minimum Local Orange Planting Area	2800
Maximum Local Orange Planting Area	6800
Average Local Orange Planting Area	3100
Standard Deviation Local Orange Planting Area	1600

Variabel *local orange demand* menunjukkan jumlah permintaan buah jeruk siam/keprok di Jawa Timur. Variabel *local orange demand* ini diperoleh dari total konsumsi jeruk langsung dan konsumsi jeruk untuk industri yang dikalikan dengan market share jeruk lokal. Adapun *syntax* yang digunakan pada variabel *local orange demand* dapat dilihat pada Tabel 4.21 berikut.

Tabel 4.21 *Syntax* yang digunakan pada variabel *local orange demand*

Variabel	Persamaan
Local Orange Demands	(Local Orange Direct Consumptions+Local Orange

Variabel	Persamaan
	Industry Consumptions)*Market Share of Local Orange

Adanya produksi dan permintaan jeruk siam/keprok di Jawa Timur ini mengakibatkan harus terpenuhinya permintaan dari jeruk siam/keprok ini. Variabel *Fulfillment Ratio* ini digunakan untuk mengukur apakah permintaan jeruk siam/keprok ini akan terpenuhi atau tidak. Jika semakin besar produksinya, maka semakin besar pula *fulfillment ratio*, sedangkan semakin besar demand, maka bisa mengurasi tingkat *fulfillment ratio*. Adapun *syntax* yang digunakan pada variabel ini dapat dilihat dari Tabel 4.22 berikut.

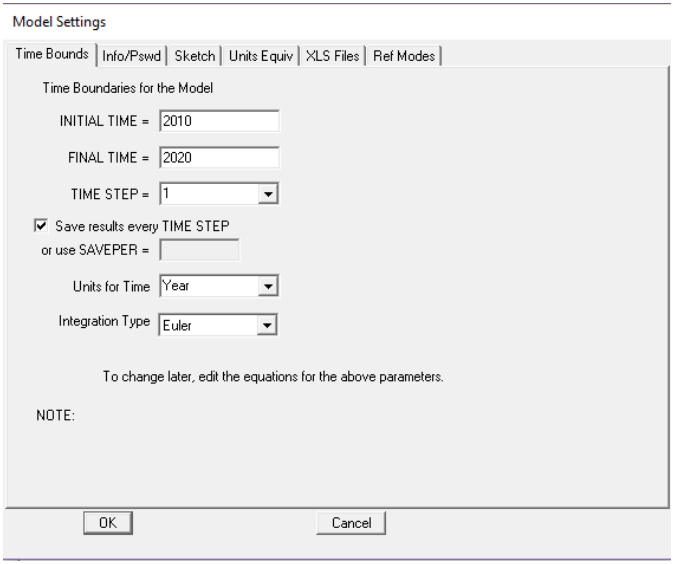
Tabel 4.22 *Syntax* yang digunakan pada variabel *fulfillment ratio*

Variabel	Persamaan
Fulfillment Ratio	(Local Orange Production/Local Orange Demand)*Percentage of Fulfillment Ratio
Percentage of Fulfillment Ratio	100

4.5 Verifikasi

Setelah melakukan tahap perancangan *stock and flow diagram*, maka tahap selanjutnya adalah melakukan verifikasi. Verifikasi model bertujuan untuk memeriksa dan menguji model stock and flow diagram yang telah dirancang, apakah model sudah bebas dari *error* atau *bug*, sehingga model yang telah dibuat dapat dilanjutkan untuk dilakukan simulasi. Dalam melakukan verifikasi model, terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan.

Setelah melakukan pembuatan model serta memasukkan parameter-parameternya, maka selanjutnya adalah melakukan running model. Sebelum running model dilakukan, perlu mengatur seberapa lama batasan waktu simulasi yang dijalankan. Pada Gambar 4.21 menunjukkan bahwa permodelan menggunakan interval waktu yaitu *initial time* 2010 dan *final time* 2020, dengan *time step* 1 dan satuannya *year*.



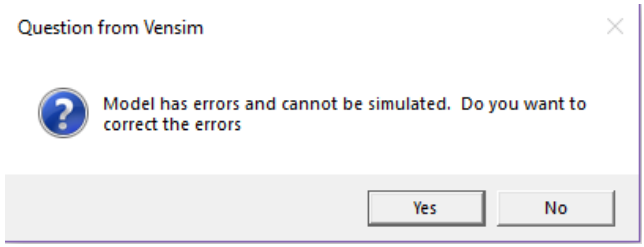
Gambar 4.21 Pengaturan Batasan Waktu yang Dilakukan

Untuk melakukan verifikasi yaitu dengan melakukan *running model* dengan mengklik tombol *Simulate* yang terdapat pada *toolbar* seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.22 berikut ini.

Gambar 4.22 *Toolbar* untuk melakukan *running model*

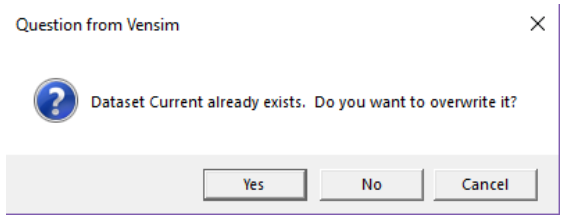
Selanjutnya, jika melakukan *running model* terdapat *error*, maka Vensim akan memberikan tampilan *pop-up* yang

menunjukkan bahwa model terdapat *error* seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.23 dibawah ini.



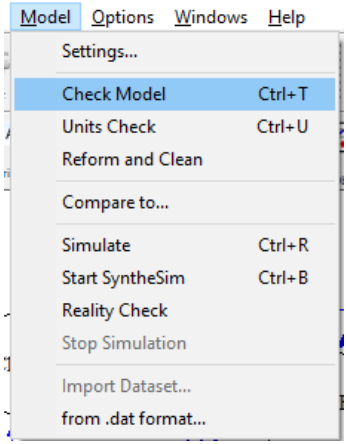
Gambar 4.23 Tampilan *error* pada simulasi

Untuk melakukan *running model*, dibutuhkan sebuah *file* untuk menyimpan hasil simulasi. Dalam hal ini *file* yang digunakan bernama *Current*. Gambar 4.24 menunjukkan bahwa simulasi dapat dilakukan dan hasilnya siap untuk disimpan. Dengan begitu, maka model dapat dinyatakan terlah terverifikasi.



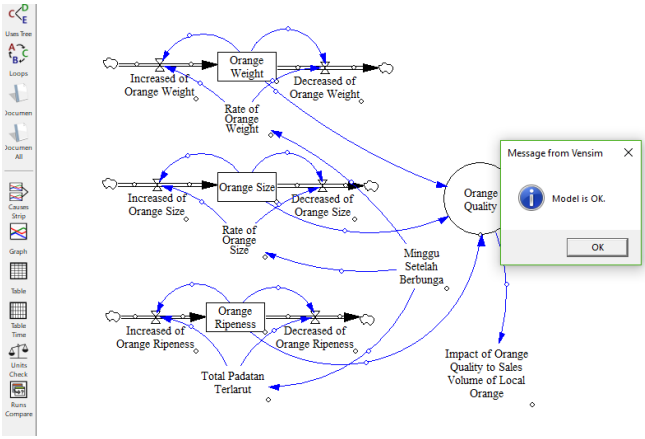
Gambar 4.24 Tampilan ketika *running model* berhasil dilakukan

Untuk memastikan kembali apakah model sudah terverifikasi, maka perlu dilakukan *check model* yang terletak pada *toolbar* Vensim yang dapat dilihat pada Gambar 4.25 dibawah ini.



Gambar 4.25 Tampilan *Check Model*

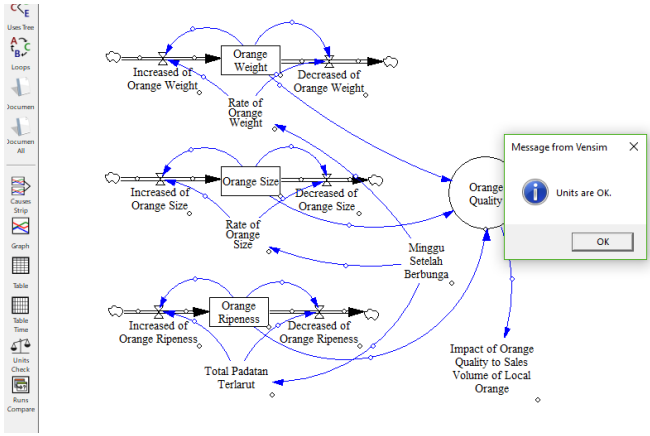
Ketika mengklik *check model*, maka akan muncul tampilan "*Model is OK*" yang menunjukkan bahwa model telah terverifikasi, yang dapat dilihat pada Gambar 4.26 dibawah ini.



Gambar 4.26 Tampilan *Model is OK*

Setelah itu, guna melakukan verifikasi apakah model yang dibuat telah memiliki satuan yang konsisten atau belum, maka dilakukan *Unit Check.* Apabila muncul tampilan "*Units are*

OK" menandakan bahwa unit sudah konsisten, seperti yang terlihat pada gambar 4.27 berikut.



Gambar 4.27 Tampilan "*Units are OK*"

4.6 *Model Testing*

4.6.1. Validasi Population

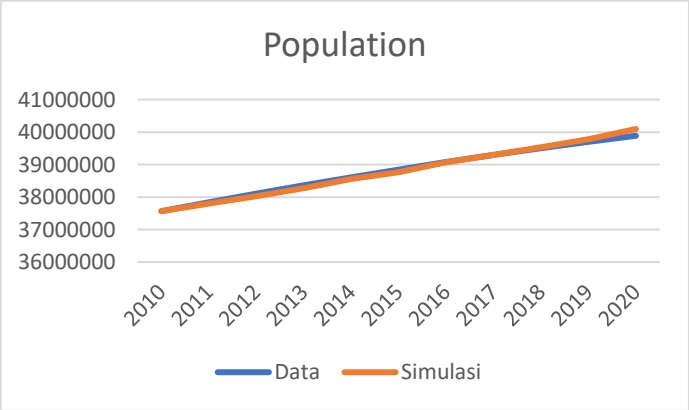
Variabel populasi merupakan variabel yang menyatakan jumlah penduduk di Jawa Timur. Pada Tabel 4.23 menunjukkan data perbandingan dari data aktual dan data simulasi dari variabel population.

Tabel 4.23 Perbandingan data aktual dan simulasi population

Year	*Population* (Data Asli)	*Population* (Data Simulasi)
2010	37565706	37565700
2011	37840657	37795464
2012	38106590	38025520
2013	38363195	38275896
2014	38610202	38553508
2015	38847561	38764740

Year	*Population* (Data Asli)	*Population* (Data Simulasi)
2016	39075152	39070732
2017	39292971	39292632
2018	39500851	39536120
2019	39698631	39783296
2020	39886288	40094756
AVG	38798891	38796214,91
STDEV	735538,7	796016,0001
E1	0,006%	
E2	8%	

Berdasarkan hasil pengujian validasi yang dilakukan, maka variabel *population* dikatakan valid karena memiliki nilai *mean comparison* dibawah 5% sebesar 0,006% dan nilai *error variance* dibawah 30% sebesar 8%.



Gambar 4.28 Grafik perbandingan data aktual dan data simulasi Population

Gambar 4.28 menunjukkan grafik perbandingan variabel population antara data aktual dengan data hasil simulasi.

4.6.2. Validasi Local Orange Productivity

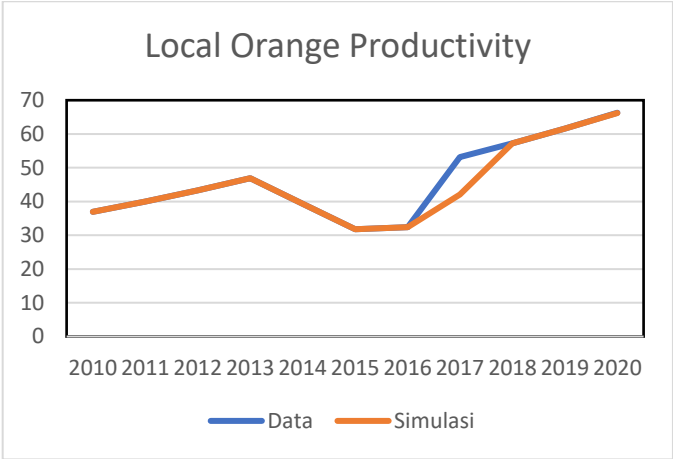
Variabel *local orange productivity* merupakan variabel yang menyatakan produktivitas dari usaha tani jeruk. Pada Tabel 4.24 menunjukkan data perbandingan dari data asli dan data simulasi dari *variabel local orange productivity.*

Tabel 4.24 perbandingan data aktual dan data simulasi local orange productivity

Year	*Local Orange Productivity* (Data Aktual)	*Local Orange Productivity* (Data Simulasi)
2010	36,95865744	36,95000076
2011	40,01874445	40
2012	43,33219922	43,33000183
2013	46,92	46,91999817
2014	39,28	39,27999878
2015	31,78	31,78000069
2016	32,4	32,40000153
2017	53,14	42,0545311
2018	57,20342143	57,20000076
2019	61,57755783	61,58000183
2020	66,28616844	66,19999695
AVG	46,26	45,24495749
STDEV	11,23199169	11,05242311
E1	2%	
E2	1,5%	

Berdasarkan hasil pengujian validasi yang dilakukan, maka variabel *local orange productivity* dikatakan valid karena

memiliki nilai *mean comparison* dibawah 5% sebesar 2% dan nilai *error variance* dibawah 30% sebesar 1,5%.



Gambar 4.29 Grafik perbandingan data aktual dan data simulasi local orange productivity

Gambar 4.29 yang menunjukkan grafik perbandingan variabel *local orange productivity* antara data aktual dengan data hasil simulasi.

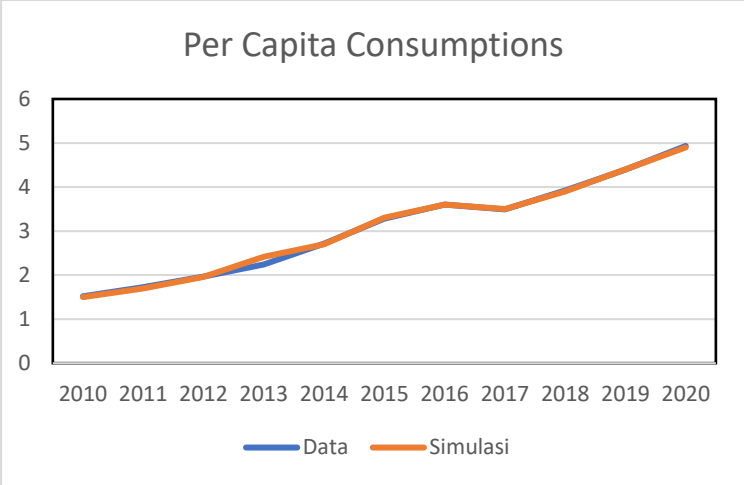
4.6.3. Validasi *Per Capita Consumptions*

Variabel *per capita consumptions* ini menunjukkan rata-rata konsumsi buah jeruk oleh penduduk selama satu tahun. Pada Tabel 4.25 menunjukkan data perbandingan dari data actual dan data simulasi dari variabel *per capita consumptions* dengan satuan *kg/person/Year*.

Tabel 4.25 Perbandingan data aktual dan data simulasi per capita consumptions

Year	*Per Capita Consumptions* (Data Aktual)	*Per Capita Consumptions* (Data Simulasi)
2010	1,52	1,5
2011	1,73	1,7
2012	1,97	2,0
2013	2,24	2,4
2014	2,71	2,7
2015	3,29	3,3
2016	3,60	3,6
2017	3,49	3,5
2018	3,92	3,9
2019	4,40	4,4
2020	4,93	4,9
AVG	3,07	3,08
STDEV	1,07	1,06
E1	0.25%	
E2	1%	

Berdasarkan hasil pengujian validasi yang dilakukan, maka variabel *per capita consumptions* dikatakan valid karena memiliki nilai *mean comparison* dibawah 5% sebesar 0,25% dan nilai *error variance* dibawah 30% sebesar 1%.



Gambar 4.30 Grafik perbandingan data aktual dan data simulasi per capita consumptions

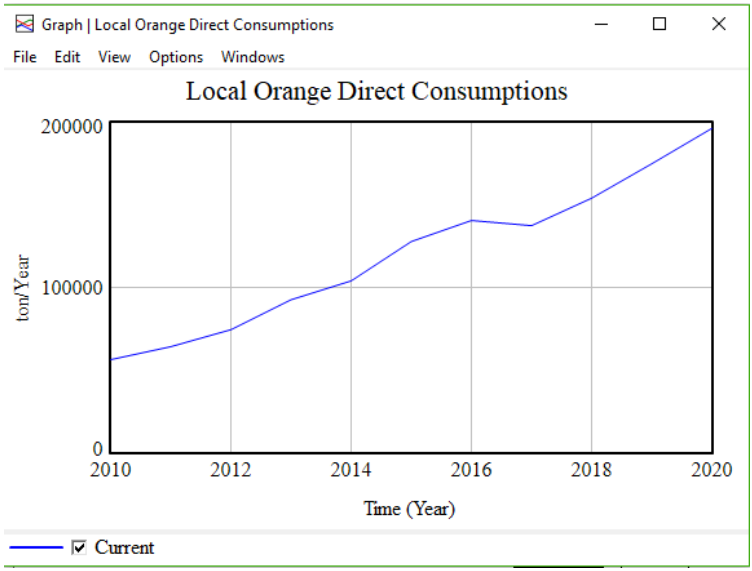
Gambar 4.30 yang menunjukkan grafik perbandingan variabel *per capita consumptions* antara data aktual dengan data hasil simulasi.

4.7 Analisa Hasil Base Model

Setelah dilakukan verifikasi model, selanjutnya yaitu melakukan Analisa hasil running dari *base model* yang sebelumnya telah dibuat.

4.6.1 Analisis *Local Orange Direct Consumptions*

Sesuai dengan sub model *local orange direct consumptions* yang sudah dibuat, hasil running modelnya adalah seperti Gambar 4.31 berikut.

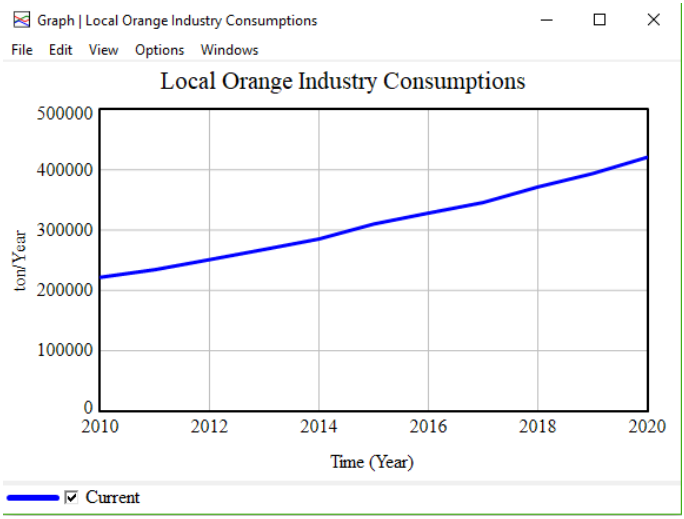


Gambar 4.31 Grafik *running local orange direct consumptions*

Terlihat pada grafik pada Gambar 4.31 bahwa jumlah konsumsi jeruk untuk kebutuhan langsung terus meningkat setiap tahun, dimulai dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2020.

4.6.2 Analisis *Local Orange Industry Consumptions*

Sesuai dengan sub model *local orange industry consumptions* yang sudah dibuat, hasil *running* modelnya adalah seperti Gambar 4.32 berikut.

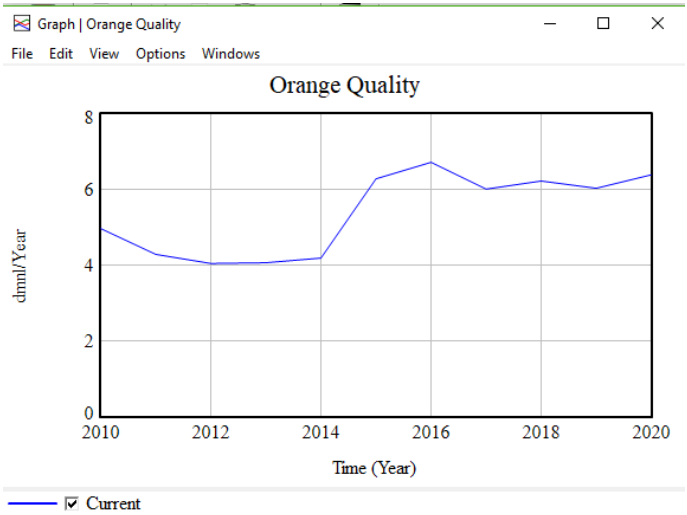


Gambar 4.32 Grafik hasil *running local orange industry consumptions*

Terlihat pada grafik pada Gambar 4.32 bahwa jumlah konsumsi jeruk untuk kebutuhan industri terus meningkat setiap tahun, dimulai dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2020.

4.6.3 Analisis *Orange Quality*

Sesuai dengan sub model *local orange quality* yang sudah dibuat, hasil *running* modelnya adalah seperti Gambar 4.33 berikut.

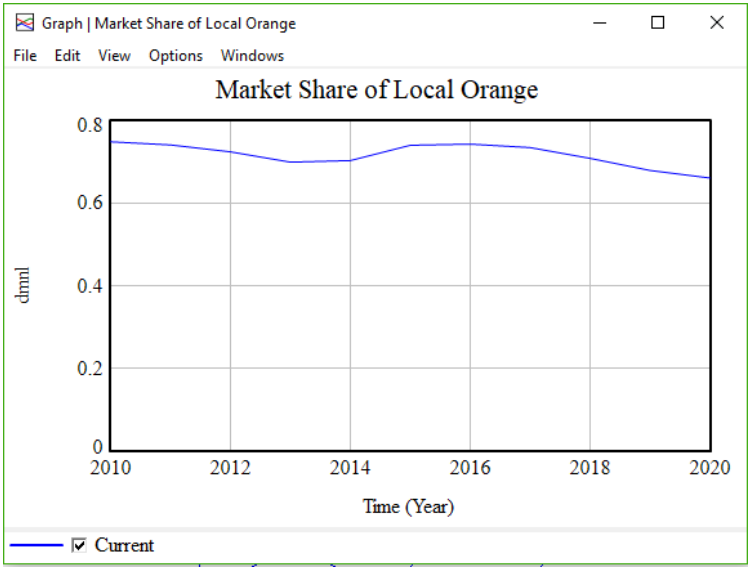


Gambar 4.33 Grafik hasil running *local orange quality*

Pada gambar 4.33 menunjukkan grafik kualitas jeruk yang fluktuatif dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2020.

4.6.4 Analisis *Market Share of Local Orange*

Sesuai dengan sub model *market share of local* orange yang sudah dibuat, hasil running modelnya adalah seperti Gambar 4.34 berikut ini.

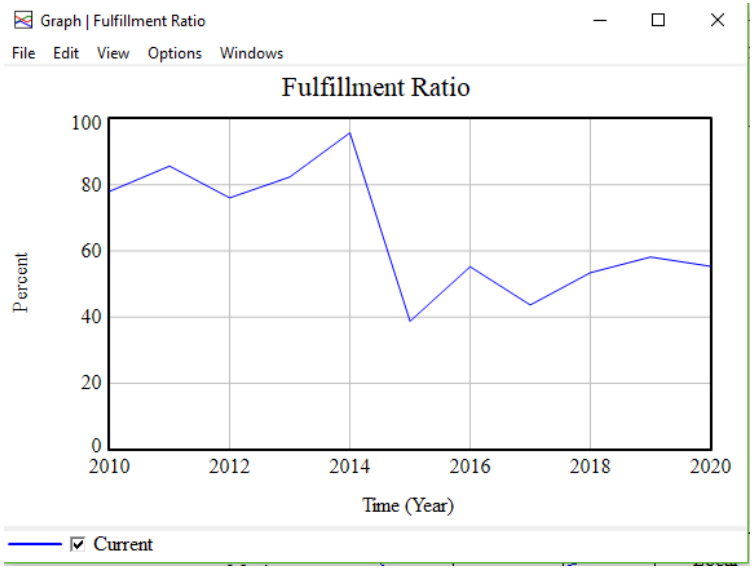


Gambar 4.34 Hasil *running sales volume of imported orange*

Pada grafik Gambar 4.34 menunjukkan bahwa market share jeruk lokal mengalami penurunan meski tidak secara signifikan dari nilai *market share* dari tahun 2010 ke tahun 2020.

4.6.5 Analisis *Fulfillment Ratio*

Sesuai dengan sub model *fulfillment ratio* yang sudah dibuat, hasil *running* modelnya adalah seperti Gambar 4.35 berikut.



Gambar 4.35 Hasil *running sales volume of imported orange*

Dari Gambar 4.35 tersebut menunjukkan bahwa *fulfillment ratio* (rasio pemenuhan) buah jeruk tidak stabil. Hal ini terlihat pada grafik yang menunjukkan bahwa setiap tahunnya mengalami peningkatan dan penurunan yang tidak konstan.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V
PEMBENTUKAN SKENARIO DAN ANALISIS HASIL

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai proses pembuatan skenario serta analisis terhadap hasil dari masing-masing skenario berdasarkan *base model* yang telah dibuat. Skenario ini dibuat untuk meningkatkan kualitas dari jeruk siam/keprok.

5.1. Pengembangan Skenario

Skenario ini diperlukan untuk dapat mengetahui fungsi dan perilaku dinamis terhadap asumsi permasalahan yang telah dijabarkan sebelumnya dan alternatif solusi yang dipilih untuk dapat meningkatkan kualitas buah jeruk siam/keprok di Jawa Timur. Terdapat beberapa skenario kebijakan yang dibuat untuk memenuhi tujuan dari penelitian ini, yang ditunjukkan pada Tabel 5.1 sebagai berikut:

Tabel 5.1 Skenario peningkatan kualitas jeruk lokal

No.	Skenario	Tujuan
1.	Skenario pemanfaatan teknologi pengelolahan air dan pemupukan	Melakukan penambahan pemupukan (*fertilizer*) dan pengelolaan air (*irrigation*) untuk mengetahui peningkatan kualitas jeruk.
2.	Skenario pemupukan dan pemangkasan	Melakukan penambahan pemupukan (*fertilizer*) dan pemangkasan (*Trimming orange*) untuk mengetahui peningkatan kualitas jeruk.

5.1.1. Skenario Peningkatan Kualitas Jeruk Melalui Pemupukan dan Pengelolaan Air

Skenario peningkatan kualitas jeruk melalui pemupukan dan pengelolahan air bertujuan untuk meningkatkan kesuksesan dalam upaya peningkatan kualitas jeruk siam/keprok di Jawa Timur. Pemupukan dan pengelolaan air ini dapat berpengaruh pada perbaikan mutu buah jeruk [20]. Musim kemarau yang datang dapat menyebabkan kebun jeruk kekeringan, sehingga dapat menghambat tanaman menyerap hara dari tanah. Oleh karena itu pengelolahan air (*irrigation*) yang sesuai dapat membantu tanaman tumbuh ideal dengan hasil produksi berkualitas baik. Sedangkan pemupukan dilakukan untuk dapat menetralisir sumbar kemasaman tanah dan memberikan zat hara pada tanah. Zat hara dapat berkorelasi terhadapa kualitas jeruk.

5.1.2. Skenario Peningkatan Kualitas Jeruk Melalui Pemupukan dan Pemangkasan

Skenario peningkatan kualitas jeruk melalui pemupukan dan pemangkasan bertujuan untuk meningkatkan kesuburan, mencegah kerusakan fisik dan biologis tanaman jeruk serta mencegah penipisan ketebalan pada tanah. Perlakuan pemupukan dan pemangkasan dapat berpengaruh nyata terhadap diameter dan bobot buah, namum tidak berpengaruh nyata pada total padatan terlarut [21]. Pemupukan bermanfaat untuk menambah unsur hara pada tanah. Sedangkan pada pemangkasan dilakukan untuk mempercepat pertumbuhan tanaman jeruk, efisiensi unsur hara, dan menghindari hama penyakit. Bagian tanaman jeruk yang dipangkas adalah pada tunas liar, ranting yang kering, ranting yang tumpang tindih, cabang yang menunduk ke bawah, dan sebagainya.

5.2. Analisis Hasil

Pada sub-bab ini akan dilakukan analisis dari hasil skenario yang telah dilakukan untuk dapat mengetahui skenario mana yang paling signifikan terhadap tujuan penelitian. Referensi

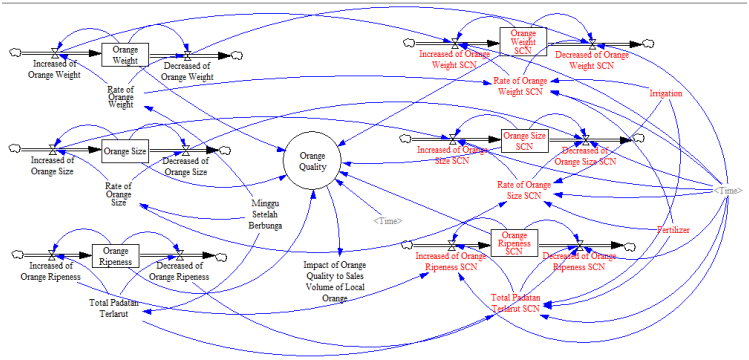
yang digunakan dalam pembobotan kualitas jeruk (*orange quality)* berasal dari *paper* yang berjudul "Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Kualitas Buah Jeruk Dengan Menerapkan Metode Bayes (Studi Kasus : Kabupaten Karo)" [8]. Pada *paper* ini, penentuan bobot berdasarkan probabilitas dari tiap kriteria kualitas jeruk yang digunakan. Namun, karena keterbatasan data yang dimiliki, maka pada penelitian ini menggunakan asumsi bobot tiap kriteria kualitas jeruk adalah masing-masing 33 persen. Bobot atau nilai kualitas jeruk siam/keprok yang digunakan yaitu pada Tabel 5.2 berikut.

Tabel 5.2 Bobot atau nilai kualitas jeruk siam/keprok [8]

Bobot atau Nilai	Keterangan
0- 4,5	Berkualitas Buruk
4,6-6,9	Berkualitas Sedang
7-9,9	Berkualitas Baik
10-12	Berkualitas Sangat Baik

5.2.1. Analisis Hasil Skenario Pemanfaatan Teknologi Pengelolahan Air Dan Pemupukan

Pada skenario peningkatan kualitas jeruk melalui pemupukan dan pengelolahan air ini dilakukan dengan mengubah struktur pada model. Perubahan struktur dilakukan dengan menambahkan beberapa variabel baru, antara lain *increased of orange ripeness* SCN, *orange ripeness* SCN, *decresed of orange ripeness* SCN, *orange size* SCN, *increased level of orange size* SCN, *decreased level size* SCN, *orange weight* SCN, *increased level of orange weight* SCN, *decreased level weight* SCN Total Padatan Terlarut SCN, pemupukan (*fertilizer*) dan pengelolaan air (*irrigation*). Berikut hasil dari skenario satu terhadap perubahan struktur model yang dapat dilihat pada Gambar 5.1 di bawah ini.



Gambar 5.1 Struktur Peningkatan Kualitas Jeruk dengan Skenario 1

Variabel baru *orange quality* digunakan untuk mengindentifikasi dampak perlakuan pengelolaan air (*irrigation*) dan pemupukan (*fertilizer*) terhadap kematangan buah (*orange ripenesss*), ukuran buah (*orange size*), dan berat buah (*orange weight*). Pada Base Model menggunakan data penelitian yang berjudul "Kajian pra panen jeruk siam (*citrus suhuiensis tan*) untuk ekspor" [18] dimana disini diasumsikan belum ada perlakuan pengelolaan air (*irrigation*) dan pemupukan (*fertilizer*). Untuk skenario ini menggunakan penelitian yang berjudul "Perbaikan Mutu Buah Jeruk Keprok Terigas Melalui Teknologi Pengelolaan Air Dan Pemupukan Di Kabupaten Sambas, Kalimantan Barat" [20]. Tabel memuat *syntax* yang digunakan pada dari skenario satu.

Tabel 5.3 *Syntax* yang digunakan pada skenario 1

Variabel	Persamaan
Orange Weight SCN	INTEG ("Increased of Orange Weight SCN"-"Decreased of Orange Weight SCN", 50)
Increased of Orange Weight SCN	IF THEN ELSE(Time>=2021, Orange Weight SCN*Rate of Orange Weight SCN, Increased of Orange Weight)

Variabel	Persamaan
Decreased of Orange Weight SCN	IF THEN ELSE(Time>=2021, Orange Weight SCN*-Rate of Orange Weight SCN, Decreased of Orange Weight)
Rate of Orange Weight SCN	IF THEN ELSE(Time>=2021, (IF THEN ELSE(Irrigation>=1.04e+06 :AND:Fertilizer=12800, Rate of Orange Weight, 0)), Rate of Orange Weight)
Orange Size SCN	INTEG("Increased of Orange Size SCN"-"Decreased of Orange Size SCN", 5)
Increased of Orange Size SCN	IF THEN ELSE(Time>=2021, Orange Size SCN * Rate of Orange Size SCN, Increased of Orange Size)
Decreased of Orange Size SCN	IF THEN ELSE(Time>=2021, Orange Size SCN * -Rate of Orange Size SCN, Decreased of Orange Size)
Rate of Orange Size SCN	IF THEN ELSE(Time>=2021, (IF THEN ELSE(Irrigation>=1.04e+06 :AND:Fertilizer=12800, Rate of Orange Size, 0)), Rate of Orange Size)
Irrigation	RANDOM UNIFORM(1.04e+06, 1.56e+06, 0)
Fertilizer	12800
Orange Ripeness SCN	INTEG ("Increased of Orange Ripeness SCN"-"Decreased of Orange Ripeness SCN", 8)
Increased of Orange Ripeness SCN	IF THEN ELSE(Time>=2021, (Orange Ripeness SCN*Total Padatan Terlarut SCN), Increased of Orange Ripeness)
Decreased of Orange Ripeness SCN	IF THEN ELSE(Time>=2021, (Orange Ripeness SCN*-Total

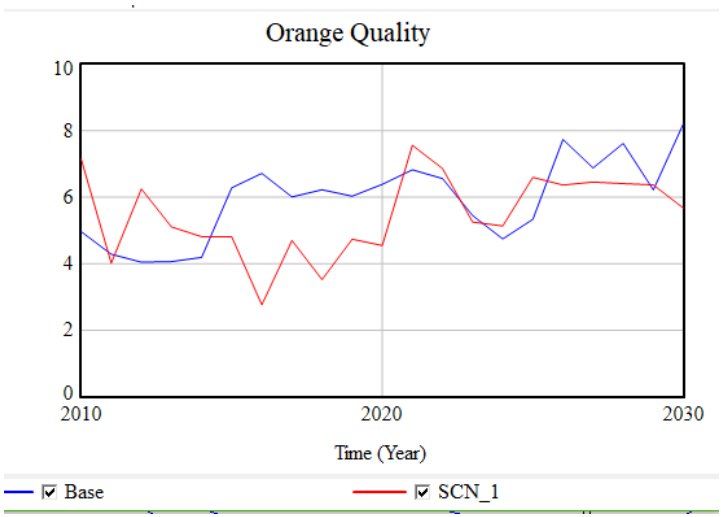
Variabel	Persamaan
	Padatan Terlarut SCN), Decreased of Orange Ripeness)
Total Padatan Terlarut SCN	IF THEN ELSE(Time>=2021, (IF THEN ELSE(Irrigation>=1.04e+06 :AND:Fertilizer=12800, RANDOM UNIFORM(-0.1, -0.009, 0), RANDOM UNIFORM(0.009, 0.01, 0))), Total Padatan Terlarut)
Orange Quality	IF THEN ELSE(Time>=2021, IF THEN ELSE(Orange Weight SCN>150, RANDOM UNIFORM(3.3, 4, 0), (IF THEN ELSE(Orange Weight SCN>100 :AND: Orange Weight SCN<151, RANDOM UNIFORM(2.3, 3, 0), (IF THEN ELSE(Orange Weight SCN>50 :AND: Orange Weight SCN<100, RANDOM UNIFORM(1.5,2, 0) , (IF THEN ELSE(Orange Weight SCN<50, RANDOM UNIFORM(0.3, 1, 0), RANDOM UNIFORM(0.3, 4, 0)))))))) + IF THEN ELSE(Orange Size SCN>7, RANDOM UNIFORM(3.3, 4, 0), (IF THEN ELSE(Orange Size SCN>6 :AND:Orange Size SCN<7, RANDOM UNIFORM(2.3, 3, 0), (IF THEN ELSE(Orange Size SCN>5 :AND: Orange Size SCN<6, RANDOM UNIFORM(1.5, 2, 0), (IF THEN ELSE(Orange Size SCN<5, RANDOM UNIFORM(0.3, 1, 0), RANDOM UNIFORM(0.3, 4, 0)))))))) + IF THEN ELSE(Orange Ripeness SCN>10, RANDOM UNIFORM(

Variabel	Persamaan
	3.3, 4, 0), (IF THEN ELSE(Orange Ripeness SCN>8 :AND: Orange Ripeness SCN<9, RANDOM UNIFORM(2.3, 3, 0), (IF THEN ELSE(Orange Ripeness SCN<8, RANDOM UNIFORM(1.5, 2, 0), RANDOM UNIFORM(0.3, 4, 0))))))), IF THEN ELSE(Orange Weight>150, RANDOM UNIFORM(3.3, 4, 0), (IF THEN ELSE(Orange Weight>100 :AND: Orange Weight<151, RANDOM UNIFORM(2.3, 3, 0), (IF THEN ELSE(Orange Weight>50 :AND: Orange Weight<100, RANDOM UNIFORM(1.5, 2, 0), (IF THEN ELSE(Orange Weight<50, RANDOM UNIFORM(0.3, 1, 0), RANDOM UNIFORM(0.3, 4, 0)))))))) + IF THEN ELSE(Orange Size>7, RANDOM UNIFORM(3.3, 4, 0), (IF THEN ELSE(Orange Size>6 :AND:Orange Size<7, RANDOM UNIFORM(2.3, 3, 0), (IF THEN ELSE(Orange Size>5 :AND: Orange Size<6, RANDOM UNIFORM(1.5, 2, 0), (IF THEN ELSE(Orange Size<5, RANDOM UNIFORM(0.3, 1, 0), RANDOM UNIFORM(0.3, 4, 0)))))))) + IF THEN ELSE(Orange Ripeness>10, RANDOM UNIFORM(3.3, 4, 0), (IF THEN ELSE(Orange Ripeness>8 :AND:

Variabel	Persamaan
	Orange Ripeness<9, RANDOM UNIFORM(2.3, 3, 0), (IF THEN ELSE(Orange Ripeness<8, RANDOM UNIFORM(1.5, 2, 0), RANDOM UNIFORM(0.3, 4, 0)))))))

Berdasarkan tabel 5.3, diasumsikan bahwa nilai untuk orange size dan orange weight sama dengan nilai base model. Hal ini karena perlakuan pemupukan dan pengelolaan air berpengaruh nyata terhadap kadar gula (dimana gula adalah komponen dari total padatan terlarut). Namun, perlakuan pemupukan dan pengairan tidak berpengaruh nyata pada diameter buah, sedangkan berat jeruk tidak masuk dalam penelitian ini.

Berikut hasil grafik dari kualitas jeruk (*orange quality*) yang dihasilkan dari skenario pemanfaatan teknologi pengelolahan air dan pemupukan yang dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Grafik Perbandingan Hasil Skenario 1

Dari hasil grafik pada Gambar 5.2 dapat dilihat bahwa skenario satu yang ditunjukkan pada garis warna biru menunjukkan hasil *base model* sedangkan garis merah merupakan hasil skenario 1. Berdasarkan grafik tersebut, skenario 1 belum dapat melakukan peningkatan pada kualitas jeruk. Rata-rata hasil *orange quality* dari skenario 1 pada tahun 2020-2030 adalah 6,11 atau berdasarkan bobot masih dalam kategori berkualitas sedang.

Perbandingan peningkatan kualitas jeruk (*orange quality*) antara *base model* dengan simulasi skenario satu dapat dilihat lebih detail pada Tabel 5.3 di bawah ini.

Tabel 5.4 Perbandingan Kualitas Jeruk Skenario 1

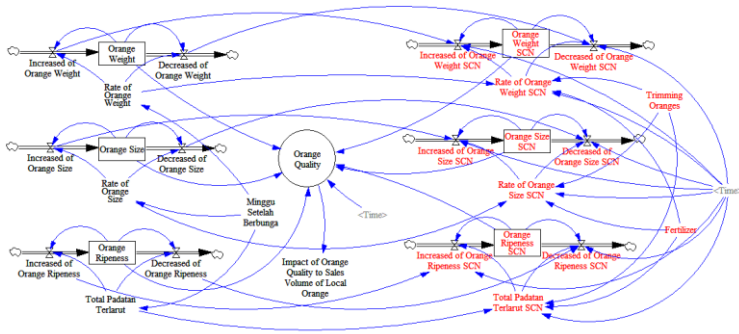
Tahun ke-	Base Model (dmnl)	Persentase Kenaikan (Base Model)	Skenario 1 (dmnl)	Persentase Kenaikan (Skenario 1)
2010-2019	-		-	
2020	6,39		4,55	
2021	6,83	0,069	7,56	0,663
2022	6,56	-0,039	6,86	-0,093
2023	5,45	-0,170	5,25	-0,234
2024	4,74	-0,129	5,13	-0,023
2025	5,33	0,124	6,60	0,285
2026	7,74	0,450	6,37	-0,035
2027	6,88	-0,111	6,46	0,014
2028	7,62	0,107	6,41	-0,007
2029	6,22	-0,184	6,37	-0,006
2030	8,21	0,321	5,67	-0,110
Rata-Rata		0,044	6,11	0,045
Perbandingan				0,001

Dari Tabel 5.3 dapat disimpulkan bahwa dalam melakukan skenario peningkatan kualitas jeruk melalui pemupukan dan pengelolahan air dapat meningkatkan kualitas jeruk

siam/keprok sebesar 4,5 persen atau 0,1 persen lebih tinggi dari *base model.*

5.2.2. Analisis Hasil Skenario Pemupukan Dan Pemangkasan

Pada skenario peningkatan kualitas jeruk melalui pemupukan dan pemangkasan ini dilakukan dengan mengubah struktur pada model. Perubahan struktur dilakukan dengan menambahkan beberapa variabel baru, antara lain *increased of orange ripeness* SCN, *orange ripeness* SCN, *decresed of orange ripeness* SCN, *orange size* SCN, *increased level of orange size* SCN, *decreased level size* SCN, *orange weight* SCN, *increased level of orange weight* SCN, *decreased level weight* SCN, Total Padatan Terlarut SCN, pemupukan (*fertilizer*) dan pemangkasan (*trimming orange*). Berikut hasil dari skenario satu terhadap perubahan struktur model yang dapat dilihat pada Gambar 5.3 di bawah ini.



Gambar 5.3 Struktur Peningkatan Kualitas Jeruk pada Skenario 2

Variabel *orange quality* digunakan untuk mengidentifikasi dampak pemupukan dan pemangkasan terhadap kematangan jeruk (*orange ripeness*), berat jeruk (*orange weight)*, dan ukuran jeruk (*orange size).* Skenario 2 ini berdasarkan penelitian yang berjudul ”Pengaruh Pemupukan Dan Pemangkasan Terhadap Kualitas Buah

Jeruk Gerga Lebong" [21]. Adapun *Syntax* yang digunakan pada skenario 2 sebagai berikut.

Tabel 5.5 *Syntax* yang digunakan pada skenario 2

Variabel	Persamaan
Orange Weight SCN	INTEG ("Increased of Orange Weight SCN"-"Decreased of Orange Weight SCN", 50)
Increased of Orange Weight SCN	IF THEN ELSE(Time>=2021, Orange Weight SCN*Rate of Orange Weight SCN, Increased of Orange Weight)
Decreased of Orange Weight SCN	IF THEN ELSE(Time>=2021, Orange Weight SCN*-Rate of Orange Weight SCN, Decreased of Orange Weight)
Rate of Orange Weight SCN	IF THEN ELSE(Time>=2021, (IF THEN ELSE(Trimming Oranges=1 :AND:Fertilizer=12800, RANDOM UNIFORM(-0.1, 0.35, 0), RANDOM UNIFORM(-0.25, 0.13, 0))), Rate of Orange Weight)
Orange Size SCN	INTEG("Increased of Orange Size SCN"-"Decreased of Orange Size SCN", 5)
Increased of Orange Size SCN	IF THEN ELSE(Time>=2021, Orange Size SCN * Rate of Orange Size SCN, Increased of Orange Size)
Decreased of Orange Size SCN	IF THEN ELSE(Time>=2021, Orange Size SCN * -Rate of Orange Size SCN, Decreased of Orange Size)
Rate of Orange Size SCN	IF THEN ELSE(Time>=2021, (IF THEN ELSE(Trimming Oranges=1 :AND:Fertilizer=12800, RANDOM UNIFORM(-0.01, 0.14, 0),

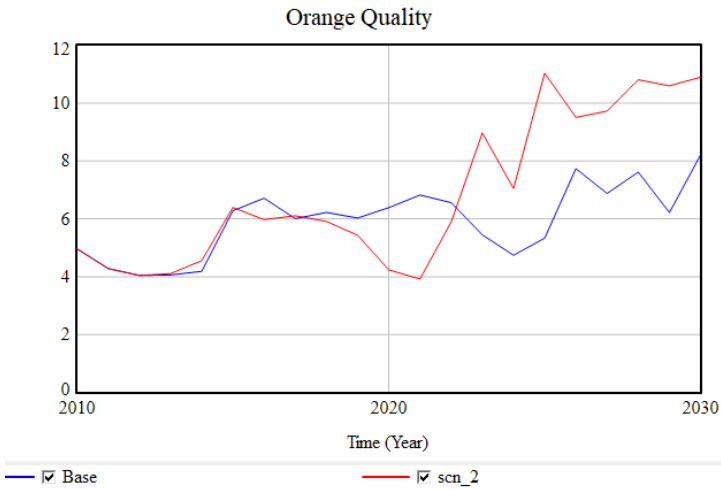
Variabel	Persamaan
	RANDOM UNIFORM(-0.1, 0.09, 0))), Rate of Orange Size)
Trimming Oranges	1
Fertilizer	12800
Orange Ripeness SCN	INTEG (“Increased of Orange Ripeness SCN”-“Decreased of Orange Ripeness SCN”, 8)
Increased of Orange Ripeness SCN	IF THEN ELSE(Time>=2021, (Orange Ripeness SCN*Total Padatan Terlarut SCN), Increased of Orange Ripeness)
Decreased of Orange Ripeness SCN	IF THEN ELSE(Time>=2021, (Orange Ripeness SCN*-Total Padatan Terlarut SCN), Decreased of Orange Ripeness)
Total Padatan Terlarut SCN	IF THEN ELSE(Time>=2021, (IF THEN ELSE(Trimming Oranges=1 :AND:Fertilizer=12800, Total Padatan Terlarut, 0)), Total Padatan Terlarut)
Orange Quality	IF THEN ELSE(Time>=2021, IF THEN ELSE(Orange Weight SCN>150, RANDOM UNIFORM(3.3, 4, 0), (IF THEN ELSE(Orange Weight SCN>100 :AND: Orange Weight SCN<151, RANDOM UNIFORM(2.3, 3, 0), (IF THEN ELSE(Orange Weight SCN>50 :AND: Orange Weight SCN<100, RANDOM UNIFORM(1.5,2, 0) , (IF THEN ELSE(Orange Weight SCN<50, RANDOM UNIFORM(0.3, 1, 0), RANDOM UNIFORM(0.3, 4, 0)))))))) + IF THEN ELSE(Orange Size SCN>7, RANDOM UNIFORM(

Variabel	Persamaan
	3.3, 4, 0), (IF THEN ELSE(Orange Size SCN>6 :AND:Orange Size SCN<7, RANDOM UNIFORM(2.3, 3, 0), (IF THEN ELSE(Orange Size SCN>5 :AND: Orange Size SCN<6, RANDOM UNIFORM(1.5, 2, 0), (IF THEN ELSE(Orange Size SCN<5, RANDOM UNIFORM(0.3, 1, 0), RANDOM UNIFORM(0.3, 4, 0)))))))) + IF THEN ELSE(Orange Ripeness SCN>10, RANDOM UNIFORM(3.3, 4, 0), (IF THEN ELSE(Orange Ripeness SCN>8 :AND: Orange Ripeness SCN<9, RANDOM UNIFORM(2.3, 3, 0), (IF THEN ELSE(Orange Ripeness SCN<8, RANDOM UNIFORM(1.5, 2, 0), RANDOM UNIFORM(0.3, 4, 0))))), IF THEN ELSE(Orange Weight>150, RANDOM UNIFORM(3.3, 4, 0), (IF THEN ELSE(Orange Weight>100 :AND: Orange Weight<151, RANDOM UNIFORM(2.3, 3, 0), (IF THEN ELSE(Orange Weight>50 :AND: Orange Weight<100, RANDOM UNIFORM(1.5, 2, 0), (IF THEN ELSE(Orange Weight<50, RANDOM UNIFORM(0.3, 1, 0), RANDOM UNIFORM(0.3, 4, 0)))))))) + IF THEN ELSE(Orange Size>7, RANDOM UNIFORM(3.3, 4, 0), (IF THEN ELSE(Orange Size>6

Variabel	Persamaan
	:AND:Orange Size<7, RANDOM UNIFORM(2.3, 3, 0), (IF THEN ELSE(Orange Size>5 :AND: Orange Size<6, RANDOM UNIFORM(1.5, 2, 0), (IF THEN ELSE(Orange Size<5, RANDOM UNIFORM(0.3, 1, 0), RANDOM UNIFORM(0.3, 4, 0)))))))) + IF THEN ELSE(Orange Ripeness>10, RANDOM UNIFORM(3.3, 4, 0), (IF THEN ELSE(Orange Ripeness>8 :AND: Orange Ripeness<9, RANDOM UNIFORM(2.3, 3, 0), (IF THEN ELSE(Orange Ripeness<8, RANDOM UNIFORM(1.5, 2, 0), RANDOM UNIFORM(0.3, 4, 0))))))

Berdasarkan tabel 5.5, nilai untuk kematangan jeruk sama dengan nilai base model. Hal ini karena pemupukan dan pemangkasan berpengaruh nyata terhadap diameter dan berat buah, namun tidak berpengaruh nyata terhadap total padatan terlarut dimana total padatan terlarut ini mempengaruhi kematangan buah.

Berikut hasil grafik dari kualitas jeruk (*orange quality*) yang dihasilkan dari skenario pemupukan dan pemangkasan yang dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Grafik Perbandingan Hasil Skenario 2

Dari hasil grafik pada Gambar 5.4 dapat dilihat bahwa skenario 2 yang ditunjukkan pada garis warna merah menunjukkan peningkatan pada *orange quality*. *Orange quality* pada skenario 2 dari tahun 2020-2030 menunjukkan hasil rata-rata 8,42 atau berdasarkan bobot yang digunakan menunjukkan berkualitas baik.

Perbandingan peningkatan kualitas jeruk (*orange quality*) antara *base model* dengan skenario dua dapat dilihat lebih detail pada Tabel 5.4 di bawah ini.

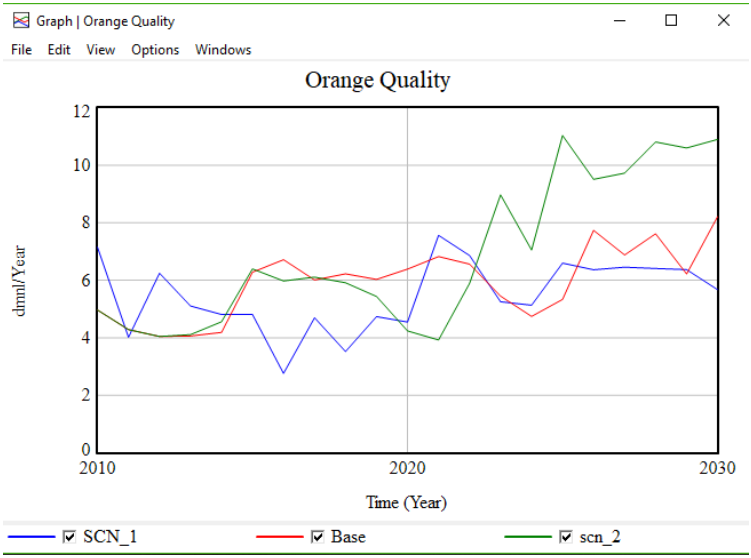
Tabel 5.6. Perbandingan Kualitas Jeruk Skenario 2

Tahun ke-	Base Model (dmnl)	Persentase Kenaikan (Base Model)	Skenario 2 (dmnl)	Persentase Kenaikan (Skenario 2)
2010-2019	-		-	
2020	6,39		4,24	
2021	6,83	0,069	3,92	-0,074

Tahun ke-	Base Model (dmnl)	Persentase Kenaikan (Base Model)	Skenario 2 (dmnl)	Persentase Kenaikan (Skenario 2)
2022	6,56	-0,039	5,89	0,502
2023	5,45	-0,170	8,97	0,522
2024	4,74	-0,129	7,05	-0,214
2025	5,33	0,124	11,04	0,565
2026	7,74	0,450	9,51	-0,138
2027	6,88	-0,111	9,73	0,023
2028	7,62	0,107	10,81	0,111
2029	6,22	-0,184	10,60	-0,019
2030	8,21	0,321	10,90	0,028
Rata- rata		0,044	8,42	0,131
Perbandingan				0,087

Dari Tabel 5.4 dapat disimpulkan bahwa dalam melakukan skenario peningkatan kualitas jeruk melalui pemupukan dan pengelolahan air dapat efektif meningkatkan kualitas jeruk siam/keprok sebesar 13 persen atau 8,7 persen lebih tinggi dari *base model*.

Dari Base Model, Skenario 1, dan Skenario 2, dapat ditunjukkan perbandingannya seperti gambar 5.5 berikut.

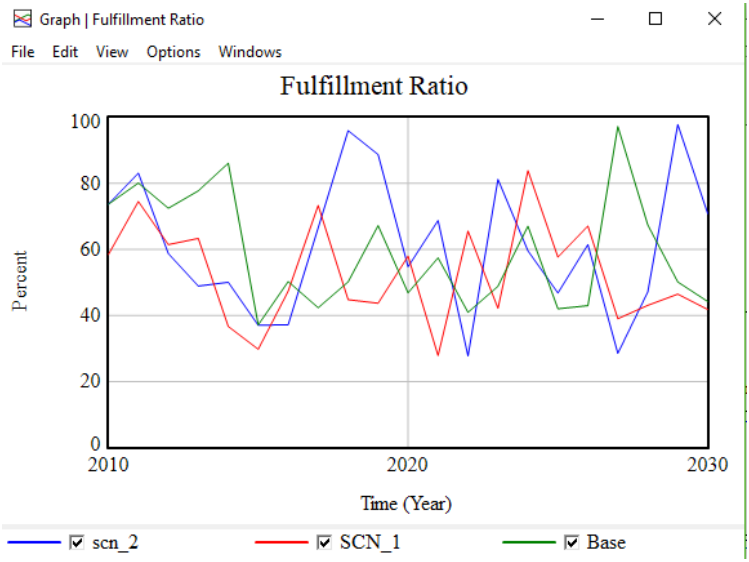


Gambar 5.5 Grafik *Base Model,* Skenario 1, dan Skenario 2 pada Orange Quality

Pada grafik tersebut menunjukkan bahwa sekanrio 1 belum memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan kualitas jeruk. Sedangkan pada grafik skenario 2, menunjukkan bahwa skenario pemupukan dan pemangkasan dapat meningkatkan kualitas jeruk, dimana dalam pemupukan dan pemangkasan ini berpengaruh nyata pada diameter dan berat buah.

Kualitas buah jeruk siam/keprok ini dapat mempengaruhi permintaan pasar (*demand)* [1]. Dalam model yang dibuat ini, kualitas jeruk (*orange quality)* akan mempengaruhi *sales volume of local orange* melalui variabel penghubung *Impact of Orange Quality to Sales Volume of Local Orange*. Kemudian *sales volume of local orange* ini akan mempengaruhi *Market Share of Local Orange*, dimana *Market Share of Local Orange* ini akan mempengaruhi *Local Orange Demand*. Dari permintaan jeruk siam/keprok (*Local Orange Demand*) ini akan

menunjukkan rasio pemenuhan (*fulfillment ratio*) dari jeruk siam/keprok ini. *Fulfillment ratio* ini diperoleh dari perbandingan produksi jeruk siam/keprok (*Local Orange Production*) dan permintaan jeruk siam/keprok (*Local Orange Demand*). Hal ini juga seperti yang telah digambarkan dalam Gambar 4.6 mengenai *causes tree fulfillment ratio.* Adapun grafik *fullfilment ratio* dapat ditunjukkan seperti Gambar 5.6 dibawah ini.



Gambar 5.6 ***Grafik Fulfillment Ratio***

Grafik tersebut menunjukkan bahwa *fullfilment ratio* cenderung mengalami kenaikan dan penurunan yang fluktuatif dari tahun 2010-2030. Adapun persentase kenaikan *fullfilment ratio* di tahun scenario, yaitu 2020 sampai tahun 2030 dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5.7 Perbandingan *Fullfilment Ratio*

Tahun ke-	Base Model (dmnl)	Persen-tase Kena-ikan (Base Model)	Skena-rio 1 (dmnl)	Persen -tase Kena-ikan (Skena -rio 1)	Skena-rio 2 (dmnl)	Persen-tase Kena-ikan (Skena-rio 2)
2010-2019	-	-	-	-	-	-
2020	46,85		57,97		54,76	
2021	57,45	0,23	27,87	-0,52	68,77	0,26
2022	40,95	-0,29	65,57	1,35	27,74	-0,60
2023	48,83	0,19	42,17	-0,36	81,21	1,93
2024	67,05	0,37	83,87	0,99	59,58	-0,27
2025	42,03	-0,37	57,67	-0,31	46,81	-0,21
2026	42,99	0,02	67,11	0,16	61,47	0,31
2027	97,22	1,26	39,03	-0,42	28,52	-0,54
2028	67,40	-0,31	43,08	0,10	47,16	0,65
2029	50,16	-0,26	46,46	0,08	97,82	1,07
2030	44,23	-0,12	41,80	-0,10	70,84	-0,28
Rata-rata pening-katan		0,07		0,10		0,23

Dari tabel 5.2 menunjukkan bahwa *fulfillment ratio* pada base model mengalami peningkatan rata-rata 7 persen dari tahun 2020-2030, sedangkan pada scenario 1 mengalami peningkatan rata-rata 10 persen dari tahun 2020-2030. Sementara itu, pada skenario 2 mengalami peningkatan rata-rata 23 persen dari tahun 2020-2030.

5.3. Resume Skenario

Berdasarkan skenario yang telah dibuat, maka peneliti menyimpulkan beberapa skenario tersebut untuk memberikan

gambaran secara lebih menyeluruh, yang dijabarkan dalam Tabel 5.8 berikut.

Tabel 5.8 Resume Skenario

Skenario	Deskripsi Skenario	Hasil
Skenario Peningkatan Kualitas Jeruk Melalui Pemupukan dan Pengelolaan Air	Skenario peningkatan kualitas jeruk melalui pemupukan dan pengelolahan air bertujuan untuk meningkatkan kesuksesan dalam upaya peningkatan kualitas jeruk siam/keprok di Jawa Timur. Pada skenario ini dilakukan perubahan struktur pada model.	Skenario peningkatan kualitas jeruk melalui pemupukan dan pengelolahan air dapat efektif meningkatkan kualitas jeruk siam/keprok sebesar 13 persen atau 8,7 persen lebih tinggi dari *base model*.
Skenario Peningkatan Kualitas Jeruk Melalui Pemupukan dan Pemangkasan	Skenario peningkatan kualitas jeruk melalui pemupukan dan pemangkasan bertujuan untuk meningkatkan kesuburan, mencegah kerusakan fisik dan biologis tanaman jeruk serta mencegah penipisan ketebalan pada tanah. Pada skenario ini dilakukan perubahan struktur pada model.	Skenario peningkatan kualitas jeruk melalui pemupukan dan pengelolahan air dapat efektif meningkatkan kualitas jeruk siam/keprok sebesar 13 persen atau 8,7 persen lebih tinggi dari *base model*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB VI
PENUTUP

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan seluruh proses penelitian yang telah dilakukan untuk memastikan bahwa hasil yang didapatkan telah menjawab rumusan masalah serta tujuan penelitian, melalui proses identifikasi permasalahan, pengumpulan data, pengembangan model berdasarkan kondisi saat ini, pengembangan skenario, analisis hasil, sampai pada penarikan kesimpulan dan saran dalam pengembangan model untuk meningkatkan kualitas jeruk siam/keprok di Jawa Timur.

6.1. Kesimpulan

Beberapa hal yang menjadi kesimpulan dalam pengerjaan tugas akhir
ini adalah:

1. Pengembangan model untuk meningkatkan kualitas jeruk siam/keprok ini ditinjau berdasarkan faktor yang mempengaruhi kualitas jeruk, yaitu kematangan jeruk, berat jeruk, dan ukuran jeruk. Kualitas jeruk ini dilihat dari perspektif permintaan konsumen sehingga model ini juga menunjukkan *fulfillment ratio* dari jeruk siam/keprok.
2. Data yang digunakan pada tugas akhir ini telah valid, karenatelah memenuhi persyaratan nilai maksimal *Error* E1 (*Means Comparison*) kurang dari 5% dan Error E2 (*Amplitudo Variance Comparison*) kurang dari 30%. Sehingga model ini bisa dijadikan sebagai acuan untuk melakukan simulasi peningkatan kualitas jeruk siam/keprok di Jawa Timur.
3. Agar dapat memperbaiki usulan perbaikan sistem, maka dilakukan pembuatan skenario dan penerapan

skenario untuk meningkatkan kualitas jeruk siam/keprok di Jawa Timur. Skenario yang dilakukan antara lain: skenario peningkatan kualitas jeruk pemupukan dan pengelolaan air dan skenario peningkatan kualitas jeruk melalui pemupukan dan pemangkasan.

4. Dari hasil skenariosasi yang telah dilakukan, skenario yang dapat meningkatkan kualitas jeruk siam/keprok di Jawa Timur adalah melalui pemupukan dan pemangkasan dapat efektif meningkatkan kualitas jeruk siam/keprok sebesar 13 persen. *Orange quality* pada skenario 2 dari tahun 2020-2030 menunjukkan hasil bobot rata-rata 8,42 atau berdasarkan bobot yang digunakan menunjukkan berkualitas baik.
5. Kualitas jeruk (*orange quality)* ini dapat mempengaruhi permintaan pasar (*demand).* Dari permintaan jeruk siam/keprok (*Local Orange Demand*) ini akan menunjukkan rasio pemenuhan (*fulfillment ratio*) dari jeruk siam/keprok ini. *Fulfillment ratio* ini diperoleh dari perbandingan produksi jeruk siam/keprok (*Local Orange Production*) dan permintaan jeruk siam/keprok (*Local Orange Demand*). Hasil dari scenario peningkatan kualitas jeruk menunjukkan bahwa pada skenario 2 dapat mempengaruhi peningkatan *fulfillment ratio* pada tahun 2020-2030 dengan rata-rata peningkatan sebesar 23 persen.

6.2. Saran

Adapun beberapa saran yang dapat diberikan untuk pengembangan Tugas Akhir ini:

1. Dalam membuat model sistem dinamik ini bersumber dari data-data sekunder seperti *paper, e-book,* dam website pemerintah yang kemudian diolah. Namun, penggunaan data-data sekunder ini memiliki

keterbatasan dalam mengidentifikasi data mikro (data rinci) terhadap sistem nyata. Untuk itu, dalam penelitian selanjutnya, keterbatasan penelitian ini dapat dilengkapi dengan melakukakan studi dengan pengambilan data secara primer. Untuk mendapatkan data-data primer ini dapat diperoleh dari Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Jawa Timur sebagai narasumber. Hal ini juga berguna untuk mendapatkan data yang lebih lengkap sehingga dapat merepresentasikan kondisi nyata dari sistem.

2. Referensi yang digunakan dalam pembobotan kualitas jeruk (*orange quality)* berasal dari *paper* yang berjudul "Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Kualitas Buah Jeruk Dengan Menerapkan Metode Bayes (Studi Kasus : Kabupaten Karo)" [8]. Pada *paper* ini, penentuan bobot berdasarkan probabilitas dari tiap kriteria kualitas jeruk yang digunakan. Namun, karena keterbatasan data yang dimiliki, maka pada penelitian ini menggunakan asumsi bobot tiap kriteria kualitas jeruk adalah masing-masing 33 persen. Untuk mendapatkan pembobotan yang lebih baik dan lebih sesuai dengan kondisi nyata, dapat dilakukan dengan menghubungi narasumber, seperti dari Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Jawa Timur.
3. Pengembangan model dapat ditingkatkan lagi menjadi lebih detail pada penjabaran dari tiap variabel yang terlibat pada sistem. Hal ini karena keterbatasan data penelitian yang dilakukan sehingga penelitian ini masih belum dapat mencakup beberapa variabel secara mendetail.
4. Pihak dari Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Jawa Timur diharapkan dapat memberikan penyuluhan atau sosialisasi kepada petani mengenai langkah dan strategi yang perlu diterapkan dalam pertanian jeruk yang dapat meningkatkan kualitas jeruk siam/keprok.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

[1] N. Ahmad Syahrian Siregar, “Dinamika Sistem untuk Mempertahankan Kualitas Jeruk Indonesia Berkelanjutan,” dalam *Pendekatan Dinamika Sistem dalam Peningkatan Daya Saing Komoditas Hortikultura*, Bogor, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2015, pp. 227-240.

[2] K. P. R. Indonesia, Statistik Pertanian 2018, Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2018.

[3] P. D. d. S. I. P. K. Pertanian, Outlook Jeruk 2016, Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian, 2016.

[4] M. O. B. J. C. D. José Orlando Ferreira, “Integrated planning model for citrus agribusiness system using systems dynamics,” *Computers and Electronics in Agriculture*, no. 126, pp. 1-11, 2016.

[5] I. K. S. C. A. B. S. Ni Putu Indayani, “SISTEM DINAMIS KETERSEDIAAN BUAH PISANG DI PROVINSI BALI,” *REKAYASA DAN MANAJEMEN AGROINDUSTRI*, vol. 5, no. 2, pp. 77-87, 2017.

[6] Aak, Budidaya Tanaman Jeruk, Yogyakarta: Kanisius, 1994.

[7] B. B. S. Nasional, “Jeruk Keprok SNI 3165 : 2009,” Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, 2009.

[8] R. A. Purba, “SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN UNTUK MENENTUKAN KUALITAS BUAH JERUK DENGAN MENERAPKAN METODE BAYES (STUDI KASUS : KABUPATEN KARO),” dalam *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi 2016 (SENTIKA 2016)*, Yogyakarta, 2016.

[9] M. Arif, Pemodelan Sistem, Yogyakarta: Deepublish, 2017.

[10] D. W. Kelton, Simulation with Arena, McGraw-Hill Higher Education, 2014.

[11] G. a. A. P. Richardson, Introduction to System Dynamics Modelling with Dynamo, England: The MIT Press, Cambridge, Massachussete, and London, England., 1986.

[12] S.-Y. C. R. H. C.-H. C. Erma Suryani, "Demand scenario analysis and planned capacity expansion: A system dynamics framework," *Simulation Modelling Practice and Theory,* vol. 18, p. 732–751, 2010.

[13] J. D. Sterman, Business Dynamics Systems Thinking and Modeling for a Complex World, New York: The McGraw-Hill Companies, 2000.

[14] H. V. Haraldsson, "Introduction to System Thinking and Causal Loop Diagrams," Chemical Engineering Lund University Sweden, Sweden, 2004.

[15] Y. Takahashi, "Stock Flow Diagram Making with Incomplete Information about Time Properties of Variables," 2006.

[16] I. Ventana Systems, "Vensim Software," Ventana Systems, Inc., 2015. [Online]. Available: http://vensim.com/vensim-software/. [Diakses 23 Maret 2020].

[17] B. P. S. (BPS), "Proyeksi Penduduk Menurut Kabupaten/Kota di Jawa Timur, 2010-2020," Badan Pusat Statistik (BPS), [Online]. Available: https://jatim.bps.go.id/dynamictable/2018/02/05/312/proyeksi-penduduk-menurut-kabupaten-kota-di-jawa-timur-2010-2020.html. [Diakses 15 Juni 2020].

[18] R. Qomariah, A. Hasbianto, S. Lesmayati dan H. Hasan, "Kajian pra panen jeruk siam (citrus suhuiensis tan) untuk ekspor," dalam *Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian*, 2013.

[19] K. P. R. Indonesia, "Situs Basis Data Statistik Pertanian," [Online]. Available:

https://aplikasi2.pertanian.go.id/bdsp/id/komoditas. [Diakses 20 Juni 2020].

[20] M. Z. d. A. S. Tommy Purba, “PERBAIKAN MUTU BUAH JERUK KEPROK TERIGAS MELALUI TEKNOLOGI PENGELOLAAN AIR DAN PEMUPUKAN DI KABUPATEN SAMBAS, KALIMANTAN BARAT,” *Informatika Pertanian,* vol. 25, no. 1, pp. 1-8, 2016.

[21] S. S. M. R. d. L. Ivanti, “PENGARUH PEMUPUKAN DAN PEMANGKASAN TERHADAP KUALITAS BUAH JERUK GERGA LEBONG”.

[22] R. G. Sargent, “Verification and validation of simulation models,” dalam *Proc. 2011 Winter Simul. Conf.*, 2011.

[23] T. Nurasa dan D. Hidayat, “ANALISIS USAHATANI DAN KERAGAAN MARJIN PEMASARAN JERUK DI KABUPATEN KARO,” *Badan Litbang pertanian, Bogor,* 2005.

BIODATA PENULIS

Penulis memiliki nama lengkap **Rizki Utami** dengan nama panggilan Rizki. Lahir di Magetan, 13 Februari 1998. Penulis merupakan anak pasangan Bapak Achmad Makmun dan Ibu Solikatun. Penulis menyelesaikan Pendidikan formal di SDN 3 Kedung Banteng pada tahun 2010. Lalu melanjutkan ke jenjang sekolah menengah di SMPN 3 Ponorogo dan tamat pada tahun 2013. Kemudian penulis melanjutkan ke Pendidikan di SMAN 2 Ponorogo dan tamat pada tahun 2016. Selanjutnya penulis melanjutkan jenjang pendidikan perguruan tinggi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya Departemen Sistem Informasi Fakultas Teknologi Elektro dan Informasi Cerdas yang terdaftar sebagai mahasiswa dengan NRP 05211640000014 dan menyelesaikan kuliah Strata satu (S1) pada tahun 2020.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur atas terselesaikannya tugas akhir ini. Penulis dapat dihubungi melalui rizkiutami0298@gmail.com