



TUGAS AKHIR – TI 184833

**MODEL PENGELOLAAN PERSEDIAAN DARAH  
TERKOORDINASI UNTUK PALANG MERAH INDONESIA  
DENGAN PENDEKATAN *AGENT-BASED MODELLING***

MUHAMMAD TAREQ AZIZ

NRP. 02411340000173

Dosen Pembimbing

Niniet Indah Arvitrida, S.T., M.T., Ph.D

NIP. 198407062009122007

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2019





FINAL PROJECT – TI 184833

**A MODEL OF COORDINATED INVENTORY MANAGEMENT  
FOR INDONESIAN RED CROSS WITH AGENT-BASED  
MODELLING APPROACH**

MUHAMMAD TAREQ AZIZ

NRP. 02411340000173

**Supervisor**

Niniet Indah Arvitrida, S.T., M.T., Ph.D

NIP. 198407062009122007

INDUSTRIAL ENGINEERING DEPARTMENT

Faculty of Industrial Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2019



**LEMBAR PENGESAHAN**

**MODEL PENGELOLAAN PERSEDIAAN DARAH  
TERKOORDINASI UNTUK PALANG MERAH INDONESIA  
DENGAN PENDEKATAN *AGENT-BASED MODELLING***

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Industri  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya**

**Penulis:**

**MUHAMMAD TAREQ AZIZ**

**NRP. 02411340000173**

**Disetujui oleh**

**Dosen Pembimbing Tugas Akhir**



**Niniet Indah Arvitrida, S.T., M.T., Ph.D**

**NIP 198407062009122007**

**SURABAYA, JANUARI 2019**



*Halaman ini sengaja dikosongkan*

**MODEL PENGELOLAAN PERSEDIAAN DARAH  
TERKOORDINASI UNTUK PALANG MERAH INDONESIA  
DENGAN PENDEKATAN *AGENT-BASED MODELLING***

Nama : Muhammad Tareq Aziz  
NRP : 024 113 40000 173  
Dosen Pembimbing : Niniet Indah Arvitrida, S.T., M.T., Ph.D

**ABSTRAK**

Darah merupakan produk yang butuh penanganan khusus, terdiri dari berbagai macam jenis komponen dan tipe, dan tergolong ke dalam barang yang mudah rusak. Selain itu terdapat fenomena ketidakpastian dari kebutuhan dan jumlah pendonor. Keunikan dan peran darah yang sangat vital dalam kehidupan menjadi tantangan tersendiri untuk mengelola rantai pasok dari darah itu sendiri. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model simulasi pada sistem pengelolaan rantai pasok darah sebagai alat evaluasi dan mengusulkan solusi berupa persediaan darah yang terkoordinasi antar UTD-PMI di Jawa Timur. Model dibangun dengan pendekatan *Agent-Based Modelling & Simulation (ABMS)* dan terdapat 7 skenario yang dimunculkan. Data sampel yang dihasilkan simulasi dianalisa secara statistik dengan pengujian Bonferroni. Berdasarkan hasil simulasi, skenario 7 mampu menurunkan nilai *shortage* menjadi 27% untuk komponen darah PRC dari sebelumnya 29% dan 31% untuk komponen darah TC dari sebelumnya 32%.

**Kata Kunci :** Persediaan Darah Terkoordinasi, UTD-PMI Jawa Timur, *Agent-based Modelling and Simulation*.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



**A MODEL OF COORDINATED INVENTORY  
MANAGEMENT FOR INDONESIAN RED CROSS WITH  
AGENT-BASED MODELLING APPROACH**

Name : Muhammad Tareq Aziz  
NRP : 024 113 40000 173  
Supervisor : Niniet Indah Arvitrida, S.T., M.T., Ph.D

**ABSTRACT**

Blood is a product that needs special handling, consisting of various types of components and category, and classified into perishable product. In addition, there is a phenomenon of uncertainty about the needs and the number of donors. The uniqueness and the vital role of blood in life is a challenge for managing the supply chain of the blood itself. This study aims to develop a simulation model on the blood supply chain management system as an evaluation tool and propose a solution in the form of coordinated blood inventory management between Indonesian Red Cross in East Java. The model was built using the Agent-Based Modeling & Simulation (ABMS) approach and there were 7 scenarios raised. The sample data produced by the simulation were analyzed statistically by Bonferroni test. Based on the simulation results, 7<sup>th</sup> scenario is able to reduce the shortage value down to 27% for PRC blood components from 29% and 31% for TC blood components from 32% previously.

**Key Word :** Coordinated Blood Inventory Management, Indonesian Red Cross in East Java, Agent-based Modelling and Simulation.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## KATA PENGANTAR

Pertama-tama tak lupa penulis ucapkan rasa syukur ke hadirat Allah S.W.T karena atas nikmat, rahmat, hidayah, karunia, dan izin-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul **“Model Pengelolaan Persediaan Darah Terkoordinasi untuk Palang Merah Indonesia dengan Pendekatan *Agent-Based Modelling*”** sebagai persyaratan untuk menyelesaikan studi strata (S-1) dan meraih gelar Sarjana Teknik. Penulis juga mengucapkan rasa terima kasih kepada berbagai pihak yang telah mendukung penulis dalam proses penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Niniet Indah Arvitriyuda, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing penulis yang bersedia meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk memberikan banyak ide, masukan, evaluasi, motivasi, dan saran bagi penulis selama penyusunan Tugas Akhir.
2. Bapak Fadjar selaku Kepala Humas Unit Transfusi Darah Palang Merah Indonesia (UTD-PMI) Jawa Timur bagian Surabaya yang telah memberikan bantuan dan informasi bagi penulis dalam penyusunan Tugas Akhir.
3. Prof. Dr. Ir. I Nyoman Pujawan, M. Eng. dan Prof. Iwan Vanany S.T., M.T., Ph.D selaku dosen penguji penulis saat melaksanakan seminar proposal dan sidang Tugas Akhir yang telah memberikan evaluasi, masukan, dan saran terkait penelitian penulis.
4. Bapak Nurhadi Siswanto, S.T., MSIE., Ph.D selaku Kepala Departemen Teknik Industri ITS.
5. Bapak Dr. Aditya Sudiarno, S.T., M.T., selaku koordinator pelaksanaan Tugas Akhir di Departemen Teknik Industri ITS dan dosen wali penulis di masa akhir kuliah.
6. Seluruh bapak dan ibu dosen, karyawan, serta keluarga besar Departemen Teknik Industri ITS yang telah memfasilitasi dan menjadi bagian dari proses pendidikan yang penulis lewati selama masa perkuliahan.

7. Bapak Munzir Busniah dan Ibu Verindra selaku orang tua penulis yang tanpa letih memberikan segala bentuk fasilitas selama mengerjakan Tugas Akhir. Iffah Fairuz Munzir Busnia dan Muhammad Farouq Faisal Munzir Busnia selaku saudara kandung dari penulis yang selalu memberikan dukungan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman, kakak, dan adik mahasiswa Teknik Industri yang selalu memberikan hiburan, motivasi, informasi, dan evaluasi dalam menyelesaikan studi.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu oleh penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan. Maka dari itu, kritik dan saran dari pembaca diperlukan bagi penulis sebagai pembelajaran untuk menjadi lebih baik di masa yang akan datang. Mohon maaf atas segala kekurangan dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini. Semoga laoran tugas ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Surabaya, Januari 2019

Muhammad Tareq Aziz

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
5.1.1 Batasan Penelitian.....	4
5.1.2 Asumsi Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penulisan Laporan .....	4
TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1 Komponen Darah Transfusi.....	7
2.2 Sistem Pengelolaan Rantai Pasok Darah .....	12
2.2.1 Sistem Rantai Pasok Darah secara Umum.....	12
2.2.2 Sistem Rantai Pasok Darah di Indonesia.....	13
2.3 Pemodelan dan Simulasi .....	16
2.3.1 Teori Model dan Simulasi .....	16
2.3.2 Perbandingan Beberapa Pendekatan Simulasi.....	17
2.4 Konsep Pemodelan dan Simulasi Sistem Berbasis Agen .....	20
2.5 Penelitian Terdahulu .....	22
METODOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	27
3.2 Tahap Pendahuluan .....	27

3.3	Tahap Pengumpulan & Pengolahan Data .....	28
3.4	Tahap Pemodelan & Pemilihan Skenario .....	28
3.4.1	Perancangan Model Konseptual .....	28
3.4.2	Perencanaan Skenario Permasalahan .....	29
3.4.3	Pemodelan dengan software NetLogo.....	29
3.4.4	Perancangan Parameterisasi Model.....	29
3.4.5	Implementasi .....	29
3.4.6	Verifikasi dan Validasi .....	29
3.4.7	Perancangan Skenario Perbaikan atau Pengembangan .....	30
3.4.8	Eksperimen.....	30
3.5	Tahap Analisa & Penarikan Kesimpulan.....	30
	PERANCANGAN MODEL SIMULASI .....	31
4.1	Identifikasi Sistem Amatan .....	31
4.1.1	UTD-PMI Jawa Timur .....	31
4.1.2	Produksi dan Kebutuhan Darah.....	34
4.1.3	Aktivitas Transfusi Darah .....	37
4.2	Konseptualisasi Sistem .....	38
4.2.1	Identifikasi Agen dan variabel .....	38
4.2.2	Model Konseptual .....	40
4.3	Perancangan Model Komputer .....	42
4.3.1	Algoritma Pemrograman .....	42
4.3.2	User Interface .....	44
4.3.3	Experimental Factor .....	44
4.4	Verifikasi dan Validasi Model.....	45
4.4.1	Verifikasi.....	45
4.4.2	Validasi.....	46
4.5	Hasil Simulasi Model Awal.....	47
	MODEL SKENARIO .....	49
5.1	Skenario Peningkatan Performansi dengan Pengelolaan Darah yang Terkoordinasi.....	49
5.2	Analisis <i>Running</i> Model Simulasi Skenario.....	53
5.3	Pemilihan Skenario.....	54

KESIMPULAN DAN SARAN.....	55
6.1 Kesimpulan .....	55
6.2 Saran .....	56
DAFTAR PUSTAKA .....	57
DAFTAR LAMPIRAN.....	59
BIOGRAFI PENULIS .....	85

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Umur dan Penggunaan dari Tiap Komponen Darah Transfusi.....	8
Tabel 2.2 Produk Darah di UTD PMI.....	8
Tabel 2.3 Produk Darah di UTD PMI (Lanjutan).....	9
Tabel 2.4 Produk Darah di UTD PMI (Lanjutan).....	10
Tabel 2.5 Produk Darah di UTD PMI (Lanjutan).....	11
Tabel 2.6 Tingkat Kecocokan Darah .....	12
Tabel 2.7 Protokol ODD .....	21
Tabel 2.8 <i>Literature Review</i> Penelitian.....	23
Tabel 2.9 <i>Literature Review</i> Penelitian (Lanjutan).....	24
Tabel 2.10 <i>Literature Review</i> Penelitian (Lanjutan).....	25
Tabel 4.1 Jumlah Penduduk Kabupaten/Kota di Jawa Timur.....	31
Tabel 4.2 Jumlah Penduduk Kabupaten/Kota di Jawa Timur (Lanjutan).....	32
Tabel 4.3 Produksi Komponen Darah UTD-PMI Sidoarjo Tahun 2017 .....	35
Tabel 4.4 Produksi Komponen Darah UTD-PMI Surabaya Tahun 2017 .....	35
Tabel 4.5 Kebutuhan Darah UTD-PMI Surabaya tahun 2017.....	36
Tabel 4.6 Rata-Rata Produksi & Kebutuhan Komponen Darah untuk Setiap Kategori UTD-PMI.....	36
Tabel 4.7 Persentase <i>Dropping</i> UTD Lain terhadap Total Produksi .....	37
Tabel 4.8 Ruang Lingkup Model .....	40
Tabel 4.9 Perbandingan Total Produksi dan Kebutuhan Darah Aktual dan Hasil Simulasi.....	46
Tabel 4.10 Perbandingan Komposisi Produksi Komponen Darah di UTD-PMI Surabaya.....	47
Tabel 4.11 Perbandingan Komposisi Produksi Komponen Darah UTD-PMI Jawa Timur.....	47
Tabel 4.12 <i>Shortage</i> pada Model Awal Simulasi .....	47
Tabel 5.1 Rata-Rata dan Standar Deviasi Nilai <i>Shortage</i> untuk Tiap Skenario (%) .....	50
Tabel 5.2 Nilai t Perbandingan Skenario pada Komponen Darah PRC .....	52

Tabel 5.3 Nilai t Perbandingan Skenario pada Komponen Darah TC.....	52
Tabel 5.4 Hasil Perbandingan Skenario Komponen Darah PRC .....	53
Tabel 5.5 Hasil Perbandingan Skenario Komponen Darah TC.....	53

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tahapan dalam Rantai Pasok Darah .....	13
Gambar 2.2 Struktur Umum Rantai Pasok Darah di Indonesia .....	14
Gambar 2.3 Struktur Rantai Pasok Sistem Persediaan Darah.....	15
Gambar 2.4 Perbedaan Berbagai Pendekatan Simulasi .....	18
Gambar 2.5 Contoh Tampilan Muka <i>Software</i> NetLogo .....	22
Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	27
Gambar 4.1 Komposisi Produksi Komponen Darah.....	37
Gambar 4.2 Komposisi Produksi Komponen Darah PRC & TC di Jawa Timur..	38
Gambar 4.3 Identitas Agen dan Variabel yang Dimiliki .....	39
Gambar 4.4 Diagram Konseptual.....	42
Gambar 4.5 Alur Algoritma Pemrograman.....	43
Gambar 4.6 <i>User Interface</i> dari model .....	44
Gambar 4.7 Verifikasi Bahasa Pemrograman.....	45
Gambar 4.8 Verifikasi Algoritma Pemrograman.....	46
Gambar 4.9 Boxplot Nilai <i>Shortage</i> Hasil Simulasi Model Awal (%).....	48
Gambar 5.1 Boxplot Persentase Nilai <i>Shortage</i> PRC .....	51
Gambar 5.2 Boxplot Persentase Nilai <i>Shortage</i> TC .....	51

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

Pada bagian ini akan menjelaskan pendahuluan dilakukannya penelitian yang terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan dan asumsi, dan sistematika penulisan laporan.

### **1.1 Latar Belakang**

Darah merupakan salah satu komoditas yang unik dan memiliki peran yang sangat vital di dalam dunia kesehatan. Darah dikatakan unik karena komoditas darah hanya dapat dihasilkan oleh manusia sendiri. Perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan hingga saat ini belum mampu mengembangkan sejenis senyawa atau produk yang mampu mensubstitusi peran darah bagi manusia. Darah merupakan salah satu elemen penting dalam kehidupan manusia sehingga berperan vital dalam kesehatan dan kelangsungan hidup manusia. Keunikan dan peran darah yang sangat vital dalam kehidupan menghasilkan tantangan tersendiri untuk mengelola darah sebagai komoditas, salah satunya adalah mengelola rantai pasok dari darah itu sendiri.

Terdapat beberapa tantangan yang dihadapi dalam mengelola rantai pasok darah (*blood supply chain management*). Ketersediaan dan kebutuhan akan darah yang sering tidak teratur dan stokastik sehingga menjadi sulit untuk menghubungkan keduanya dalam waktu, tempat, dan kuantitas yang tepat (Belien & Force, 2012). Selain itu, darah juga merupakan komoditas yang butuh penanganan khusus dan mudah rusak sehingga bila tidak dikelola dengan baik akan memperbesar kemungkinan terjadinya pemborosan (Hosseinfard & Abbasi, 2014). Di sisi lain, kekurangan persediaan dari produk sebagai langkah penghematan juga bukan sebuah opsi dikarenakan resiko yang dimunculkan yang bisa meningkatkan tingkat kematian dari masyarakat.

Indonesia sebagai negara berkembang juga mempunyai fenomena tersendiri yang memberikan pengaruh cukup besar dalam pengelolaan rantai pasok darah. Jumlah pendonor darah di Indonesia masih sangat minim. Berdasarkan standar

WHO, persentase minimal masyarakat yang mendonorkan darahnya dibandingkan populasi adalah 2-2.5%, sedangkan di Indonesia berdasarkan data Departemen Kesehatan masih berkisar di 1.4%. Selain itu, kesenjangan kesadaran masyarakat Indonesia untuk mendonorkan darahnya masih sangat tinggi sehingga wajar jika ditemui suatu daerah yang memiliki ketersediaan akan darah yang cukup tinggi tetapi di sisi lain terdapat banyak daerah yang kekurangan pasokan darah.

Selain itu, darah terdiri dari beberapa macam yang menambah unsur kompleksitas permasalahan. Secara garis besar, darah menurut (Dean, 2005) dapat dibagi menjadi sel darah merah (eritrosit), trombosit, sel darah putih (leukosit), dan plasma darah. Darah yang langsung diambil dari pendonor dapat disebut dengan darah utuh (*whole blood*). Darah utuh tersebut dapat dikonversi melalui proses mekanik dan kimiawi menjadi beberapa macam seperti sel darah merah (*Packed Red Cells /PRC*), *PRC Leukoreduce* (PRC dengan jumlah leukosit yang minimal), suspensi trombosit (*Thrombocyt Concentrate /TC*), dan sebagainya. Darah juga dapat dikategorikan menjadi A, B, AB, & O beserta faktor *Rhesus* yang dimiliki. Hal ini menjadikan komponen darah sangat bervariasi.

Tantangan yang muncul dari pengelolaan rantai pasok darah menuntut setiap elemen yang terlibat untuk dapat memiliki kinerja yang lebih baik sehingga mampu bertahan dan berkembang di tengah ketidakpastian dan tetap memberikan pelayanan terbaik untuk kemanusiaan. Beberapa pihak yang terlibat diantaranya adalah rumah sakit dengan atau tanpa bank darah tersendiri, Organisasi Kemanusiaan seperti Palang Merah Indonesia (PMI), dan masyarakat yang merupakan sumber bahan baku komoditas. Setiap elemen yang terlibat mempunyai objektif dan peran tersendiri di dalam sistem dan harus mampu beradaptasi untuk berkembang lebih jauh lagi.

Kinerja pengelolaan rantai pasok darah dapat diukur dari 2 hal , yaitu persentase terjadinya kekurangan pasokan (*shortage*) dan persentase komoditas yang kedaluwarsa (*expire*). Persentase darah yang mengalami *shortage* dan *expire* di Indonesia berdasarkan simulasi yang dilakukan adalah 29% dan 59% (Suwardie, et al., 2013). Kekurangan pasokan darah ketika dibutuhkan tentunya akan berkaitan dengan nyawa seseorang yang tak bisa dinilai kerugiannya, sedangkan tingginya kuantitas produk darah yang mengalami kedaluwarsa akan membebani keseluruhan

elemen yang terlibat dalam rantai pasok baik secara langsung maupun tidak langsung. Mengingat pentingnya persediaan darah dan biaya dalam mengelolanya, kebutuhan untuk meningkatkan kinerja dari pengelolaan rantai pasok darah menjadi lebih nyata.

Permasalahan yang mengandung unsur kompleksitas dan melibatkan banyak pihak yang saling berinteraksi membutuhkan pendekatan tertentu untuk menyelesaikannya. *Agent-based Modelling and Simulation* (ABMS) merupakan salah satu metode yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan yang ada. Hal ini dikarenakan kemampuan dari metode ABMS yang mampu menangkap permasalahan yang dinamis dan mengurai kompleksitas permasalahan dengan menunjukkan pengaruh interaksi antar pihak yang terlibat dalam suatu sistem tertentu (Borshchev & Filippov, 2004).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dapat diketahui bahwa kinerja pengelolaan rantai pasok darah sangat bergantung kepada perilaku dari tiap elemen yang terlibat terutama Palang Merah Indonesia (PMI). Oleh karena itu, pada penelitian ini terdapat dua rumusan masalah, yaitu:

1. Bagaimana merancang model berbasis agen (ABMS) yang dapat menggambarkan UTD-PMI dalam mengelola persediaan darah tanpa koordinasi?
2. Bagaimana merancang skenario perbaikan dari sistem pengelolaan rantai pasok darah dengan meningkatkan koordinasi antar UTD-PMI yang dinilai dari indikator *shortage* ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Membangun model berbasis agen pada sistem pengelolaan rantai pasok darah tanpa koordinasi antar UTD-PMI
2. Merancang skenario perbaikan dari sistem pengelolaan rantai pasok darah dengan meningkatkan koordinasi antar UTD-PMI.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang bisa diperoleh dari penelitian ini adalah PMI bisa mendapatkan referensi mengenai dampak yang ditimbulkan ketika mengelola rantai pasok darah dengan koordinasi yang baik sehingga mampu meningkatkan kinerja. Kinerja rantai pasok dalam hal ini adalah persentase terjadinya kekurangan pasokan (*shortage*) dan persentase komoditas yang kedaluwarsa (*expire*).

#### **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

Batasan dan asumsi dalam pengerjaan penelitian ini adalah sebagai berikut.

##### *5.1.1 Batasan Penelitian*

Berikut adalah batasan yang digunakan pada penelitian ini.

1. PMI yang akan diteliti berada dalam daerah Jawa Timur.
2. Komponen darah transfusi yang diteliti adalah *Packed Red Cell (PRC)* / sel darah merah dan *Thrombocyt Concentrate (TC)* / suspensi trombosit.

##### *5.1.2 Asumsi Penelitian*

Berikut adalah asumsi yang digunakan pada penelitian ini.

1. PMI Sidoarjo dan PMI Surabaya mampu merepresentasikan perilaku PMI daerah lain yang ada di Jawa Timur.
2. Semua permintaan berasal dari rumah sakit.

#### **1.6 Sistematika Penulisan Laporan**

Sistematika pengerjaan laporan berisikan penjelasan ringkas dari masing-masing bagian yang terdapat dalam laporan ini agar dapat dijadikan sebagai panduan. Berikut merupakan sistematika penulisan yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini.

##### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini berisi mengenai latar belakang dilakukannya penelitian, rumusan masalah, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian yang terdiri dari batasan dan asumsi beserta sistematika penulisan laporan.

##### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**



Bab ini berisi landasan awal yang digunakan peneliti dengan menggunakan berbagai macam studi literatur yang akan membantu peneliti dalam memahami dan menyelesaikan permasalahan yang dihadapi.

### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi metodologi penelitian yang terdiri dari berbagai macam urutan yang dilakukan peneliti dalam melakukan penelitian. Metodologi pada penelitian ini meliputi pendahuluan, pengumpulan data, pemodelan dan perancangan skenario serta analisis dan kesimpulan.

### **BAB 4 PERANCANGAN MODEL SIMULASI**

Bab ini berisi perancangan model simulasi dari kondisi aktual yang kemudian dijadikan sebagai bahan perancangan skenario kebijakan.

### **BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI DATA**

Bab ini berisi perancangan skenario perbaikan atau pengembangan dari data yang telah diolah. Skenario tersebut kemudian dijadikan rekomendasi terhadap elemen-elemen yang terkait.

### **BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang didapatkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan akan menjawab rumusan dan tujuan penelitian sehingga apa yang dikerjakan pada penelitian ini benar-benar sesuai. Bab ini juga berisi saran dan rekomendasi untuk perbaikan pada penelitian selanjutnya.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi peninjauan kembali literatur terkait untuk membantu peneliti dalam melihat permasalahan secara lebih komprehensif dan menentukan metode yang sesuai untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi.

#### **2.1 Komponen Darah Transfusi**

Darah merupakan salah satu komponen vital bagi kehidupan manusia yang berperan sebagai media transportasi zat-zat yang dibutuhkan oleh tubuh dan juga berperan dalam mekanisme pertahanan tubuh untuk melawan virus atau bakteri. Darah hanya dapat diproduksi oleh manusia dan hingga saat ini belum ada suatu senyawa yang mampu mensubstitusi peranan dari darah itu sendiri. Darah dapat diklasifikasikan berdasarkan golongan dan *Rhesus*. Berdasarkan golongannya, darah dapat dibagi menjadi A, AB, B, dan O sedangkan berdasarkan *Rhesus*, darah dapat dibagi menjadi positif dan negatif.

Pada saat ini proses transfusi darah merupakan salah satu bagian yang sangat vital dalam dunia kesehatan modern. Proses transfusi darah merupakan salah satu tindakan klinis sebagai upaya untuk mengatasi penyakit, memperbaiki kesehatan, dan menyelamatkan jiwa pasien yang membutuhkan darah. Darah yang ditransfusikan tersebut dapat ditransformasi menjadi bentuk-bentuk yang lain. Darah yang langsung diambil dari pendonor dapat disebut dengan darah utuh (*whole blood*). Secara garis besar, darah menurut (Dean, 2005) dapat dibagi menjadi sel darah merah (eritrosit), trombosit, sel darah putih (leukosit), dan plasma darah.

Darah utuh tersebut dapat dikonversi melalui proses mekanik dan kimiawi menjadi beberapa macam yang menjadikan komponen darah lebih bervariasi. Tiap jenis produk yang mampu dihasilkan dari darah utuh tersebut memiliki fungsi dan kegunaan tertentu dalam dunia kesehatan modern seperti plasma darah yang biasa digunakan untuk pengobatan pasien yang mengalami luka bakar atau trombosit yang biasa digunakan untuk pasien demam berdarah dan masih banyak fungsi yang



Tabel 2.3 Produk Darah di UTD PMI (Lanjutan)

No	Produk darah
2	<i>Packed Red Cell (PRC) / Sel Darah Merah</i>
	e. HCT : 65% - 75% f. Hemolisis : < 0,8% g. Perlakuan : Di luar suhu tersebut, maksimal : 30 menit harus segera ditransfusikan h. Tujuan Pemberian : Meningkatkan jumlah eritrosit dan hemoglobin pada anemia
3	<i>PRC Leukoreduce (PRC dengan jumlah leukosit yang minimal)</i>
	a. Volume (kantong QD 450) : 250 ml -360 ml b. Suhu Penyimpanan : 2°C s/d 6°C c. Masa Simpan : ± 35 hari d. Hb : > 43 g/unit e. HCT : 50% -70% f. Jumlah Leukosit : < 1,2 x 10 <sup>9</sup> / unit g. Perlakuan : Di luar suhu tersebut, maksimal : 30 menit harus segera ditransfusikan h. Tujuan Pemberian : Meningkatkan jumlah eritrosit dan hemoglobin pada anemia i. Keunggulan : Telah melalui pengurangan leukosit sehingga mengurangi resiko transfusi
4	<i>PRC Leukodepleted (PRC dengan Filter Leukosit)</i>
	a. Volume : 200 ml -300 ml b. Suhu Penyimpanan : 2°C s/d 6°C c. Masa Simpan : ± 35 hari d. Hb : > 45 g/unit e. HCT : 50% -75% f. Jumlah Leukosit : < 1 x 10 <sup>6</sup> / unit g. Perlakuan : Di luar suhu tersebut, maksimal : 30 menit harus segera ditransfusikan h. Tujuan Pemberian : Meningkatkan jumlah eritrosit dan hemoglobin pada anemia i. Keunggulan : Telah melalui proses filtrasi untuk menghilangkan leukosit sehingga mengurangi resiko transfusi

Tabel 2.4 Produk Darah di UTD PMI (Lanjutan)

5	<i>Washed Erythrocyt (WE) / Sel Darah Merah yang Dicuci</i>
	<p>a. Volume : 150 ml -200 ml</p> <p>b. Suhu Penyimpanan : 2°C s/d 6°C</p> <p>c. Masa Simpan : 24 jam</p> <p>d. Hb : &gt; 35 g/unit</p> <p>e. HCT : 70% -80%</p> <p>f. Perlakuan : Di luar suhu tersebut, maksimal 30 menit harus segera ditransfusikan</p> <p>g. Tujuan Pemberian : Meningkatkan jumlah eritrosit dan hemoglobin pada anemia, diberikan kepada pasien dengan defisiensi IgA dan alergi protein plasma</p>
6	<i>Thrombocyt Concentrate (TC) / Suspensi Trombosit</i>
	<p>a. Volume : 40 ml -75 ml</p> <p>b. Suhu Penyimpanan : 20°C s/d 24°C</p> <p>c. Masa Simpan : 5 hari</p> <p>d. <i>Swirling</i> : Ada</p> <p>e. PH : &gt; 6,4</p> <p>f. Jumlah Trombosit : <math>\geq 4,2 \times 10^{10}</math>/unit</p> <p>g. Jumlah Leukosit : <math>&lt; 0,2 \times 10^9</math>/unit</p> <p>h. Perlakuan : Di luar suhu tersebut, maksimal 30 menit harus segera ditransfusikan</p> <p>i. Tujuan Pemberian : Meningkatkan jumlah trombosit pada pasien trombositopenia</p>
7	<i>TC Apheresis</i>
	<p>a. Volume : &gt; 100 ml</p> <p>b. Suhu Penyimpanan : 20°C s/d 24°C</p> <p>c. Masa Simpan : 5 hari</p> <p>d. <i>Swirling</i> : Ada</p> <p>e. PH : &gt; 6,4</p> <p>f. Jumlah Trombosit : <math>\geq 2 \times 10^{11}</math>/unit (1 unit TC <i>Apheresis</i> setara dengan 8 unit TC konvensional)</p> <p>g. Jumlah Leukosit : <math>&lt; 1 \times 10^6</math>/unit</p> <p>h. Perlakuan : Di luar suhu tersebut, maksimal 30 menit harus segera ditransfusikan</p> <p>i. Tujuan Pemberian : Meningkatkan jumlah trombosit pada pasien trombositopenia</p> <p>j. Keunggulan : Resiko reaksi transfusi lebih rendah karena berasal dari donor tunggal dan telah melalui filtrasi leukosit</p>

Tabel 2.5 Produk Darah di UTD PMI (Lanjutan)

8	<i>Fresh Frozen Plasma (FFP) / Plasma Segar Beku</i>	
	a. Volume	: 150 ml - 250 ml
	b. Suhu Penyimpanan	: 25°C s/d -30°C
	c. Masa Simpan	: 1 tahun
	d. Faktor VIII	: > 0,70 IU / unit
	e. Perlakuan	: Dalam kondisi cair segera ditransfusikan : Dalam keadaan beku, dicairkan terlebih dahulu menggunakan <i>waterbath</i> pada suhu 37°C
	f. Tujuan Pemberian	: Mengganti plasma pada pasien luka bakar : Terapi pada pasien yang kekurangan faktor pembekuan
9	<i>Cryoprecipitat / Anti Hemofili Faktor (AHF)</i>	
	a. Volume	: 30 ml - 40 ml
	b. Suhu Penyimpanan	: 25°C s/d -30°C
	c. Masa Simpan	: 1 tahun
	d. Faktor VIII	: > 70 IU / unit
	Fibrinogen	: > 140 IU / unit
	e. Perlakuan	: Dalam kondisi cair segera ditransfusikan : Dalam keadaan beku, dicairkan terlebih dahulu menggunakan <i>waterbath</i> pada suhu 37°C
	f. Tujuan Pemberian	: Sebagai terapi pasien hemofilia

Tiap jenis dari produk darah tersebut kemudian ditransfusikan kepada pasien yang membutuhkan. Pasien yang membutuhkan darah mempunyai spesifikasi khusus terhadap produk yang dipengaruhi oleh keadaan dan kondisi pasien (penyakit yang diderita). Darah yang ditransfusikan juga harus memperhatikan tingkat kecocokan antara darah penerima (pasien) dengan darah yang ditransfusikan (pendonor), mengingat darah yang dapat diklasifikasikan berdasarkan golongan dan *Rhesus*. Suatu tipe darah tertentu dapat cocok untuk ditransfusikan dengan beberapa tipe darah yang lainnya, namun tidak akan memiliki tingkat kesesuaian yang sama. Contohnya adalah pada pasien dengan tipe

darah AB+, darah dengan tipe A+ memiliki tingkat kecocokan yang lebih tinggi dibandingkan dengan darah tipe O-. Peringkat kesesuaian antar tipe darah dapat dilihat pada Tabel 2.2. Nilai yang ada dalam tabel menandakan tingkat prioritas untuk dipilih berdasarkan tingkat kecocokan darah.

Tabel 2.6 Tingkat Kecocokan Darah

Donor	Golongan Darah							
	O-	O+	A-	A+	B-	B+	AB-	AB+
O-	1	2	2	4	2	4	4	8
O+		1		3		3		7
A-			1	2			3	6
A+				1				5
B-					1	2	2	4
B+						1		3
AB-							1	2
AB+								1

Sumber : (Najafi, et al., 2017)

## 2.2 Sistem Pengelolaan Rantai Pasok Darah

Bagian ini akan menjelaskan sistem pengelolaan rantai pasok darah secara umum dan sistem pengelolaan yang ada di Indonesia.

### 2.2.1 Sistem Rantai Pasok Darah secara Umum

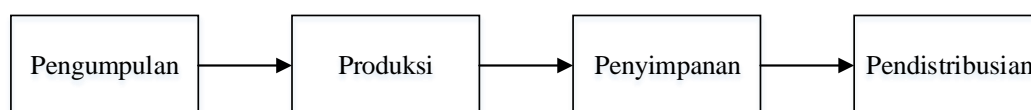
Rantai pasok darah menggambarkan rencana strategis dan taktis dalam mengelola darah. Rencana strategis berkaitan dengan perencanaan pengalokasian darah, lokasi donor darah, alokasi unit transfusi darah yang tepat. Rencana taktis berkaitan dengan bagaimana darah tersebut dikumpulkan, diproduksi, mengatur tingkat persediaan, dan sebagainya. Semua hal ini bertujuan untuk menjamin pelayanan transfusi darah tetap maksimal dengan biaya yang seminimal mungkin.

Sistem pengelolaan rantai pasok darah merupakan sekumpulan pendekatan yang mengelola integrasi dari elemen yang terlibat dalam menyediakan komoditas kantong darah yang tepat di waktu dan lokasi yang tepat dengan jumlah yang tepat. Pengelolaan ini bertujuan untuk mereduksi biaya yang digunakan untuk keberlangsungan sistem dalam rangka menyediakan komoditas kantong darah. Rantai pasok darah melibatkan beberapa kegiatan yang dapat diklasifikasikan



menjadi pengumpulan darah, pengujian dan produksi kantong darah, penyimpanan darah, dan pendistribusian kantong darah.

Pengelolaan rantai pasok darah dimulai dengan seluruh kegiatan yang berkaitan dengan pengumpulan darah. Hal tersebut dapat berupa pendonor yang datang langsung ke UTD PMI atau melalui *mobile unit* yang bergerak di lingkungan masyarakat. Setelah darah diterima oleh PMI, maka PMI mengolah darah tersebut menjadi berbagai macam produk yang dibutuhkan oleh konsumen. Kantong darah hasil produksi kemudian disimpan dalam tempat penyimpanan khusus. Tahapan terakhir adalah pendistribusian darah ke rumah sakit baik yang mempunyai bank darah maupun tidak atau langsung ke masyarakat. Berikut merupakan alur aktivitas yang ada dalam rantai pasok darah.



Gambar 2.1 Tahapan dalam Rantai Pasok Darah  
Sumber : (Abbasi, et al., 2017)

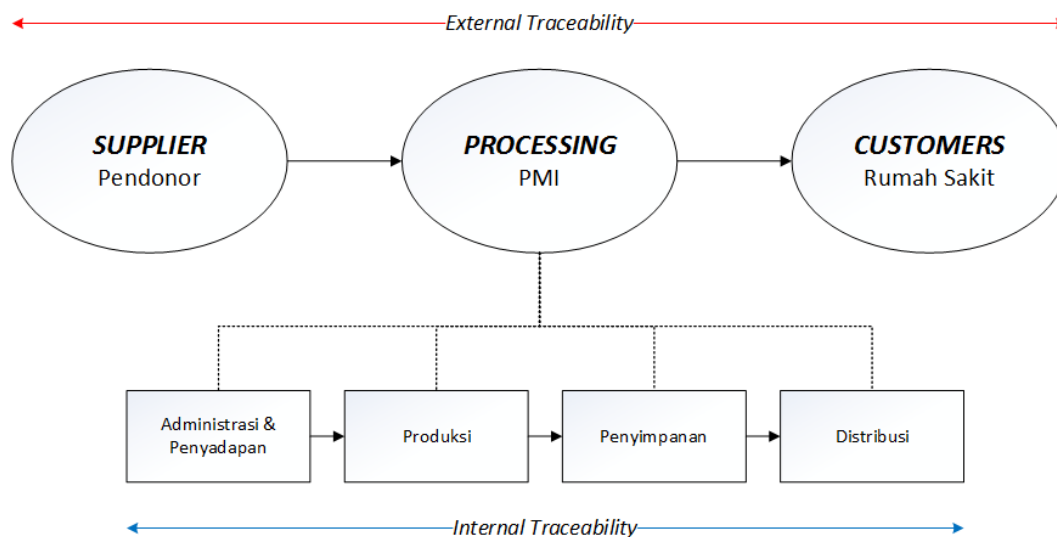
### 2.2.2 Sistem Rantai Pasok Darah di Indonesia

Terdapat beberapa elemen yang berperan dalam sistem rantai pasok darah yang ada di Indonesia. Pertama adalah pendonor yaitu masyarakat, kedua adalah elemen yang memproduksi darah. Darah dapat diproduksi oleh rumah sakit tertentu dan oleh UTD PMI daerah setempat. Pemain utama dalam rantai pasok adalah PMI karena juga memberikan pasokan terhadap rumah sakit baik dengan bank darah maupun tidak.

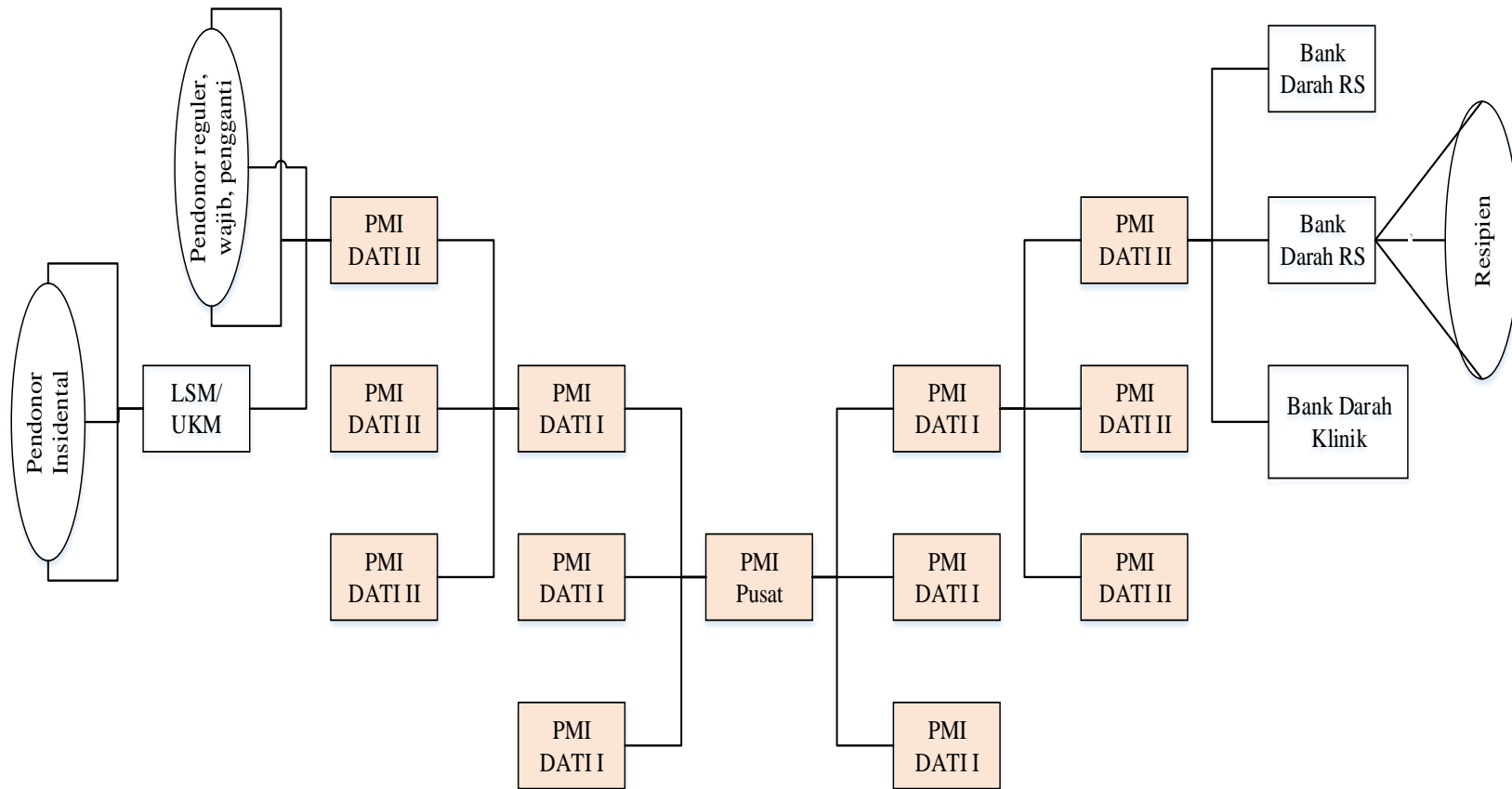
Secara lebih detail pendonor dapat diklasifikasikan menjadi donor insidental yang biasanya diwadahi oleh lembaga di luar PMI, pendonor reguler, pendonor wajib, dan pendonor pengganti. Konsumen dari produk darah adalah rumah sakit dan masyarakat, namun rumah sakit memegang porsi yang lebih besar. PMI juga dapat dibagi sesuai dengan daerah tingkat (DATI) yang ada menjadi PMI Pusat, PMI DATI I, dan PMI DATI II. Struktur rantai pasok darah di Indonesia secara umum dan detail dapat dilihat pada Gambar 2.2 dan Gambar 2.3

Terdapat beberapa fenomena yang terjadi dalam sistem pengelolaan rantai pasok darah di Indonesia. Pertama adalah kesenjangan dalam kesadaran masyarakat yang tinggi untuk mendonorkan darah (Mansur, et al., 2018). Hal ini akibat dari masih belum meratanya pendidikan yang ada di Indonesia. Kesenjangan kesadaran tersebut berdampak pada terhadap kesenjangan pendonor darah sehingga terdapat daerah yang memiliki stok darah yang lebih tinggi dari yang dibutuhkan dan sebaliknya.

Permintaan terhadap produk kantong darah dapat diklasifikasikan menjadi permintaan ketika keadaan normal dan ketika keadaan luar biasa. Keadaan normal adalah keadaan pada hari-hari biasanya sedangkan keadaan luar biasa adalah ketika terjadi bencana alam seperti gempa bumi atau wabah. Pada keadaan normal permintaan darah mengalami puncaknya ketika memasuki musim pancaroba. Hal ini dikarenakan menurunnya daya tahan tubuh sehingga masyarakat lebih rentan terhadap penyakit. Suplai dari donor mengalami puncak ketika hari kemerdekaan Indonesia dikarenakan banyaknya lembaga yang menyelenggarakan acara donor sehingga bertambahnya jumlah pendonor insidental. Suplai donor mengalami penurunan yang cukup signifikan pada saat bulan Ramadhan dan hari libur sekolah.



Gambar 2.2 Struktur Umum Rantai Pasok Darah di Indonesia  
 Sumber : (Vanany, et al., 2015)



Gambar 2.3 Struktur Rantai Pasok Sistem Persediaan Darah  
 Sumber : (Agustin & Sastramihardja, 2004)

## 2.3 Pemodelan dan Simulasi

Bagian ini akan menjelaskan teori yang berkaitan dengan pemodelan dan simulasi berdasarkan sumber literatur yang didapat.

### 2.3.1 Teori Model dan Simulasi

Model merupakan sebuah bentuk perwakilan yang mampu mendeskripsikan suatu objek. Objek yang dimodelkan dapat berupa benda atau sesuatu hal yang bersifat abstrak. Menurut (Daellenbach & McNickle, 2005), model merupakan sebuah representasi yang penuh arti dari sebuah sistem yang nyata. Model dapat diklasifikasikan berdasarkan wujudnya, yaitu model fisik, model matematis, dan model komputer. Model juga dapat berbentuk ikon, simbol, atau analogi. Terdapat banyak bentuk klasifikasi lain untuk mengkategorikan bentuk-bentuk model. Model merupakan salah satu alat yang berguna untuk memahami objek atau sistem yang direpresentasikannya. Hal ini kemudian mampu mempermudah pemodel untuk menjawab permasalahan yang ada di dalam sistem dan elemen yang ada di dalamnya. Sistem merupakan sebuah kumpulan dari beberapa elemen yang saling terkait dan tiap darinya mempunyai fungsi masing-masing untuk mencapai suatu tujuan tertentu.

Pemodelan pada dasarnya adalah sekumpulan aktivitas untuk memodelkan, dimana menurut (Ahtok & Melamed, 2007) pemodelan adalah sekumpulan usaha untuk merancang sebuah representasi yang sederhana dari sebuah sistem yang kompleks. Hal ini juga berarti pemodelan sarat dengan proses abstraksi dan simplifikasi. Pemodelan berfungsi untuk memberikan prediksi ukuran kinerja dari sebuah sistem berdasarkan objektif dari seorang pemodel. Pemodelan pada umumnya berdasarkan pada motivasi ekonomis, namun tak hanya itu saja. Berikut merupakan beberapa manfaat lain yang bisa didapatkan dari model.

1. Mengevaluasi performansi sistem dalam berbagai keadaan.
2. Memprediksi performansi dari sebuah desain sistem yang belum ada.
3. Sarana pengambil keputusan.

Terdapat banyak cara untuk mempelajari sebuah sistem dari model. Secara garis besar dapat dibagi menjadi analisa berdasarkan model fisik dan model matematis. Analisa berdasarkan model matematis dapat dibagi lagi menjadi solusi

yang dihasilkan dari metode analitik dan simulasi. Berbagai metode tersebut digunakan untuk menyelesaikan suatu permasalahan yang berbeda. Metode simulasi adalah pengembangan dari metode enumerasi (*trial and error*) yang sudah dianggap tidak memadai untuk menyelesaikan berbagai permasalahan yang ada. Menurut (Harrell, et al., 2004), metode *trial and error* hampir tidak berguna untuk menghadapi lingkungan yang dinamis, dimana perubahan yang terjadi justru lebih cepat dibandingkan pengetahuan yang bisa didapatkan dari sistem. Metode simulasi mampu menganalisa sistem secara formal, prediktif, dan mampu secara lebih akurat memperkirakan performansi dari suatu sistem bahkan yang bersifat dinamis sekalipun.

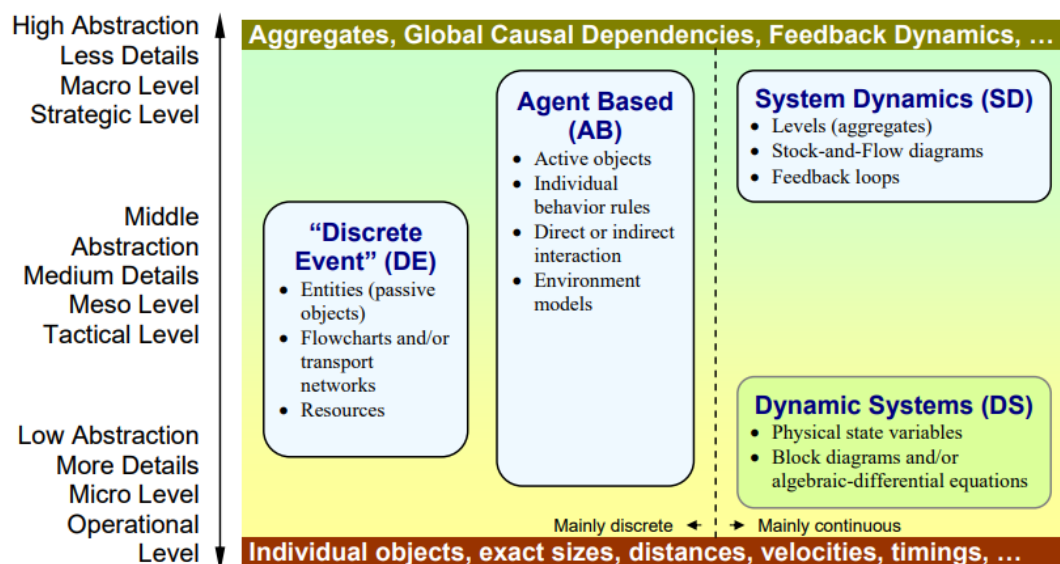
Simulasi adalah suatu bentuk usaha meniru keadaan atau kondisi dari sistem yang diawali dengan memodelkannya. Menurut (Kelton, et al., 2002), simulasi adalah proses memodelkan sebuah proses atau sistem sedemikian rupa sehingga model tersebut mampu meniru respon terhadap lingkungan yang dihasilkan dari sistem yang nyata dan aktual terhadap waktu. Mempelajari perilaku dari suatu model yang representatif akan membantu pemodel untuk mendapatkan pandangan terhadap sistem yang nyata. Pada praktiknya, simulasi dibentuk dan dijalankan oleh bantuan komputer dengan menggunakan beberapa jenis *software* yang tersedia sesuai dengan karakteristik dari sistem yang akan dianalisa.

### 2.3.2 Perbandingan Beberapa Pendekatan Simulasi

Simulasi menjadi metode yang tepat ketika permasalahan yang dihadapi bersifat kompleks dan dinamika waktu memegang peranan penting dalam solusi permasalahan atau bersifat dinamis. Permasalahan yang dihadapi dapat diklasifikasikan berdasarkan tingkat abstraksi dari permasalahan dan peran dinamika waktu dalam permasalahan. Permasalahan yang membutuhkan tingkat kedetilan yang tinggi dapat disimulasikan dengan memodelkan permasalahan secara lebih nyata (*physical modelling*). Ketika peranan waktu tidak terlalu penting, maka permasalahan tersebut dimodelkan dengan pendekatan diskrit, sedangkan pendekatan dinamis digunakan untuk keadaan sebaliknya.

Terdapat beberapa macam pendekatan yang digunakan dalam melakukan simulasi. Setiap pendekatan mempunyai kelebihan tersendiri dan penggunaannya

bergantung pada masalah apa yang akan diselesaikan. Menurut (Borshchev & Filippov, 2004), pendekatan simulasi terbagi atas sistem dinamis, simulasi diskrit, *dynamic systems*, dan *agent-based modelling*. Sistem dinamis, simulasi diskrit, dan *system dynamics* telah dikembangkan terlebih dahulu dibandingkan ABMS. ABMS muncul dikarenakan meningkatnya permintaan terhadap optimasi terhadap permasalahan yang memiliki proses yang saling berkaitan dan memiliki perilaku yang berbeda-beda. ABMS juga muncul sebagai respon terhadap dibutuhkannya wadah yang mampu mengintegrasikan dan mengkooperasikan berbagai macam paradigma dalam pemodelan dan simulasi secara efisien. Perbedaan antara tiap pendekatan dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.4 Perbedaan Berbagai Pendekatan Simulasi  
(Sumber : (Borshchev & Filippov, 2004))

Pendekatan sistem dinamis awalnya dikembangkan oleh Jay W. Forrester. Sistem dinamis merupakan pendekatan yang cocok digunakan untuk mempelajari proses evolusi yang berkelanjutan. Sistem dinamis menurut (Castellacci, 2018) merupakan pendekatan yang berfokus mempelajari kesatuan mekanisme umpan balik yang kompleks dari keseluruhan sistem. Pendekatan ini bisa diaplikasikan dalam berbagai lingkup permasalahan seperti urban, lingkungan, sosial, dan sebagainya. Pendekatan sistem dinamis berkenaan dengan agregat perilaku elemen

dalam sistem sehingga permasalahan yang dihadapi adalah permasalahan yang bersifat sangat abstrak.

Pendekatan *dynamic system* merupakan pendahulu dari pendekatan sistem dinamis. Pendekatan ini awalnya digunakan untuk menggambarkan sistem mesin, elektrik, dan sistem dalam dunia teknik lainnya yang merupakan standar dalam mendesain sebuah proses. Pendekatan *dynamic system* mengintegrasikan variabel-variabel yang bersifat nyata seperti lokasi, kecepatan, tekanan, dan sebagainya. Hal ini berbeda dengan pendekatan sistem dinamis yang mengintegrasikan variabel yang bersifat sangat abstrak. Kompleksitas perhitungan dalam *dynamic system* bisa jauh melebihi yang ada dalam pendekatan sistem dinamis. Perangkat yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan *dynamic system* sebenarnya mampu menyelesaikan permasalahan sistem dinamis dengan lebih akurat, namun perangkat yang ada tidak mendukung cara berpikir pemodel yang menggunakan pendekatan sistem dinamis.

Pendekatan simulasi diskrit merupakan pendekatan yang menggambarkan sistem dengan konsep dari entitas, sumber daya, dan kontrol. Pendekatan ini bermula dari Geoffrey Gordon yang mengembangkan ide GPSS (*General Purpose Simulation System*). Menurut (Altiok & Melamed, 2007), simulasi diskrit merupakan pendekatan yang menunjukkan keadaan sistem melalui variabel yang menonjol (bisa bernilai vektor) di sepanjang waktu. Pendekatan ini melihat evolusi yang kemudian terjadi sepanjang waktu dari variabel tersebut. Permasalahan yang umum diselesaikan dengan pendekatan ini adalah permasalahan dengan tingkat abstraksi yang menengah.

Pendekatan ABMS merupakan simulasi yang menggambarkan interaksi dan perilaku dari tiap agen sehingga menggambarkan perilaku dari sistem secara keseluruhan. Menurut (Railsback & Grimm, 2012) pendekatan ABMS merupakan pendekatan yang lebih simpel dengan cara yang lebih spesifik. Ketika pendekatan simulasi lainnya hanya menggambarkan variabel yang merepresentasikan keadaan dari sistem, ABMS menggambarkan komponen dari sistem secara individual lengkap dengan perilaku dan cara tiap agen berinteraksi.

## 2.4 Konsep Pemodelan dan Simulasi Sistem Berbasis Agen

Pemodelan dan simulasi sistem berbasis agen merupakan simulasi dari model yang menggambarkan tiap agen berinteraksi dengan yang lainnya baik secara lokal maupun global. Simulasi sistem berbasis agen merupakan pemodelan dengan pendekatan *bottom-up*. Pendekatan ini menggambarkan tiap agen terlebih dahulu dan kemudian baru mempelajari keseluruhan dari sistem. Menurut (Borshchev & Filippov, 2004) pendekatan berbasis agen lebih umum dan kuat dalam menyelesaikan permasalahan dikarenakan kemampuannya dalam menangkap struktur sistem yang lebih kompleks dan dinamis. Kelebihan yang dimiliki lainnya adalah pemodel tetap dapat membangun model tanpa pengetahuan yang cukup terhadap keterkaitannya secara global atau hal yang bersifat agregasi dari sistem.

Pendekatan ABMS menjadi berbeda dari yang lainnya karena berfokus pada berbagai tingkat macam interaksi. Pemodel mampu melihat apa yang terjadi pada sistem yang disebabkan oleh perilaku agen dan pemodel juga mampu melihat apa yang terjadi pada agen yang disebabkan oleh perilaku sistem. Agen merupakan entitas yang unik, otonom, dan adaptif. Agen dapat berupa manusia, mikroba, perusahaan, dan hal lainnya tergantung sistem dan sudut pandang mana yang digunakan oleh pemodel. Agen bersifat unik menandakan bahwa tiap agen berbeda dengan agen yang lain. Bersifat otonom menandakan bahwa tiap agen bersikap dan mengambil keputusan secara independen untuk mencapai tujuan masing-masing. Agen memiliki sifat adaptif yang berarti agen mampu merubah perilakunya mengikuti keadaannya, agen yang lain, dan lingkungannya.

Protokol yang digunakan dalam memformulasikan model dan simulasi sistem berbasis agen adalah protokol ODD (*Overview, Design Concepts, Details*). *Overview* merupakan fase yang menggambarkan model secara keseluruhan. Model tersebut harus mampu menggambarkan ruang lingkup dari permasalahan dan bagaimana sistem tersebut dibangun dilihat dari perspektif agen. Fase ini mengidentifikasi tiap agen yang terlibat dan aktivitas apa yang dilakukan lengkap dengan urutannya. Fase *design concepts* merupakan fase yang mendeskripsikan sebuah konsep yang bisa diimplementasikan ke dalam model. Fase ini mencakup memformulasikan tujuan dari agen, membangun interaksi antar agen dalam model,



mengidentifikasi variabel yang terlibat, mengidentifikasi hal yang bersifat stokastik, dan hal lainnya. Fase terakhir yaitu *details* merupakan fase menjalankan model secara keseluruhan dan menambahkan beberapa hal yang diperlukan untuk menjadikan model semakin kuat dan representatif. Fase ini mencakup inisialisasi, memasukkan data, dan membangun submodel jika diperlukan.

Berikut ini merupakan gambaran dari protokol ODD secara keseluruhan dalam rangka membuat model dengan pendekatan simulasi sistem berbasis agen.

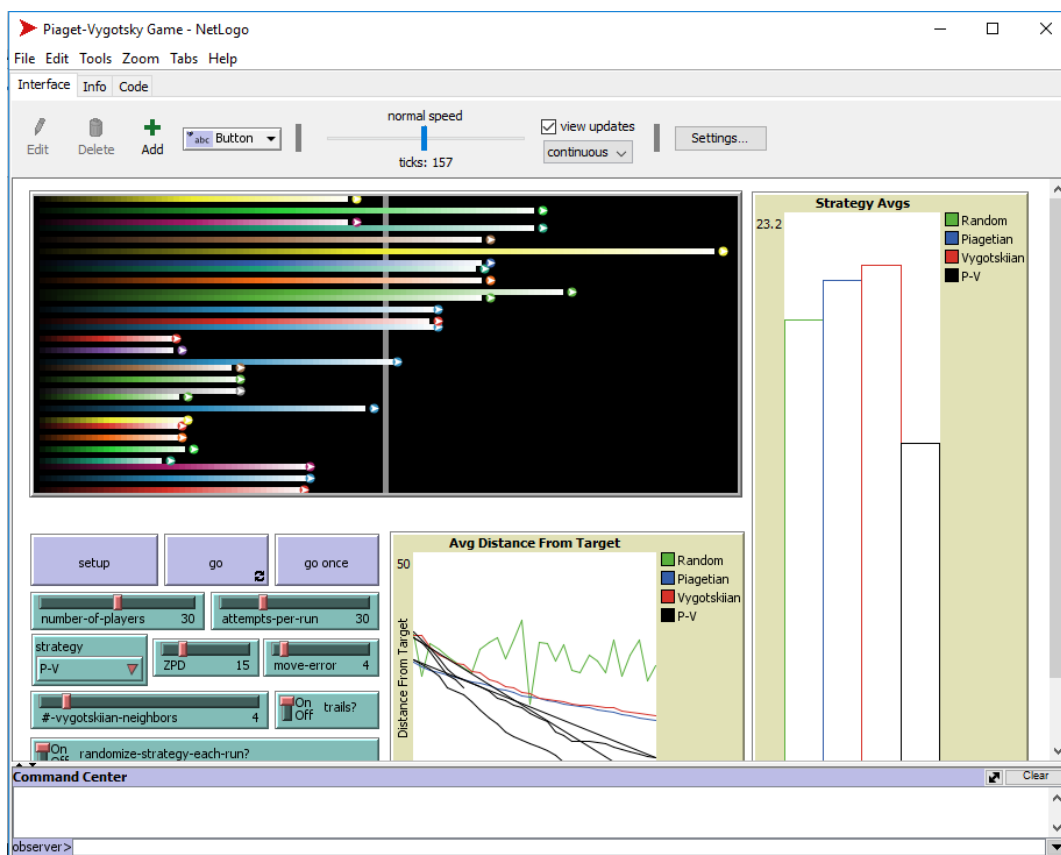
Tabel 2.1 Protokol ODD

	<b>Elemen dari Protokol ODD</b>
Ikhtisar	1. Tujuan
	2. Entitas, variabel keadaan, dan skala
	3. Ikhtisar proses dan penjadwalan
Konsep desain	4. Konsep desain
	- Prinsip-Prinsip dasar
	- Kemunculan
	- Adaptasi
	- Sasaran
	- Pembelajaran
	- Perediksi
	- Kesadaran
	- Interaksi
	- Keserampangan
- Kolektif	
- Observasi	
Detail	5. Inisialisasi
	6. Masukan data
	7. Anak model

(Sumber : (Railsback & Grimm, 2012))

Perangkat lunak yang digunakan dalam membangun model dan simulasi sistem berbasis agen adalah NetLogo. NetLogo merupakan perangkat lunak khusus untuk simulasi sistem berbasis agen. NetLogo digunakan pada penelitian ini dikarenakan perangkat lunak yang bersifat terbuka dan bebas diakses (*open source*) dan menggunakan bahasa pemrograman yang sederhana dan mudah untuk dipelajari dan dioperasikan. NetLogo pertama kali dikembangkan oleh Uri

Wilensky pada tahun 1999. Perangkat lunak ini mengajarkan penggunanya untuk mengenali konsep agen melalui bentuk *turtles*, *patches*, dan *links*. NetLogo telah umum digunakan oleh para pakar dan akademisi dalam menyelesaikan permasalahan dengan metode simulasi sistem berbasis agen. NetLogo juga menyediakan contoh model yang telah ada dalam *model library* sebagai sarana pembelajaran bagi pengguna baru. Berikut merupakan contoh tampilan muka dari *software* NetLogo.



Gambar 2.5 Contoh Tampilan Muka *Software* NetLogo

## 2.5 Penelitian Terdahulu

Bagian ini membahas penelitian-penelitian yang sebelumnya telah dilakukan yang relevan terhadap penelitian ini. Berikut merupakan penelitian-penelitian terdahulu yang disajikan dalam tabel.

Tabel 2.2 *Literature Review* Penelitian

No	Penulis	Pendekatan yang Digunakan*	Tujuan & Ruang Lingkup Penelitian
1	(Agustin & Sastramihardja, 2004)	(Membangun Sistem Informasi Berbasis Web)	Mengusulkan model manajemen persediaan darah yang mengadopsi konsep <i>supply chain management</i> yang membawa konsekuensi baru yaitu semua elemen yang terlibat diikutkan menjadi perhatian sistem manajemen selain <i>supply chain</i> internal cabang.
2	(Belien & Force, 2012)	( <i>Literature Review</i> )	Memfasilitasi penelusuran terhadap penelitian-penelitian yang diterbitkan di bidang pengelolaan rantai pasok & persediaan darah, serta mengidentifikasi tren dan menunjukkan bidang mana yang harus menjadi subjek penelitian di masa depan.
3	(Suwardie, et al., 2013)	<i>Discrete Event Simulation</i>	Mengembangkan sebuah model sebagai alat evaluasi untuk menilai kebijakan persediaan yang tepat. PMI Yogyakarta menjadi objek amatan dari penelitian ini.
4	(Hosseiniyard & Abbasi, 2014)	<i>Batch Poisson Process</i>	Memeriksa berbagai kebijakan yang diterbitkan untuk sistem persediaan barang yang dikategorikan mudah rusak dengan penambahan dari persediaan yang tidak dapat dikendalikan dan menguraikan sebuah model FIFO ( <i>First in First Out</i> ) yang dimodifikasi.
5	(Vanany, et al., 2015)	<i>Bloodtrace software for blood traceability system</i>	Mendesain sistem pintar yang mampu melacak darah untuk meningkatkan integrasi pengoperasian kantong darah yang dilakukan pada aktor utama dalam rantai pasok darah di Indonesia.

Tabel 2.3 *Literature Review* Penelitian (Lanjutan)

No	Penulis	Pendekatan yang Digunakan*	Tujuan & Ruang Lingkup Penelitian
6	(Abbasi & Hosseinifard, 2018)	<i>(Elucidated the Number of Hospitals Serviced by the Blood Bank)</i>	Menguraikan signifikansi dari sentralisasi persediaan pada eselon kedua dari rantai pasok dua eselon dengan produk yang mudah rusak ketika agen eselon kedua menggunakan kebijakan persediaan (S-1, S).
7	(Vanany, et al., 2016)	<i>Event Logs</i>	Mengembangkan kerangka kerja dan tahapan untuk menganalisa proses dalam rantai pasok darah berdasarkan pada pendekatan penggalian proses untuk menganalisis proses nyata, kinerja dari proses, dan struktur organisasi dalam rangka merancang ulang proses bisnis menjadi proses bisnis yang efisien dan berkualitas tinggi.
8	(Najafi, et al., 2017)	<i>Multi-Objective Integer Programming</i>	Menginvestigasi pengelolaan persediaan darah di rumah sakit, dan mengembangkan sebuah model matematis untuk mengatur produksi dan penggunaan kantong darah. Model ini bergantung pada keadaan persediaan dan kebutuhan darah yang tidak pasti dan pengiriman ulang darah dimungkinkan untuk terjadi.
9	(Abbasi, et al., 2017)	<i>Stochastic Programming Model</i>	Mengusulkan sebuah model pemrograman stokastik dua tahap untuk menentukan kebijakan tinjauan berkala yang optimal pada pengelolaan persediaan produk sel darah merah yang berfokus pada meminimalisir biaya operasional dengan mempertimbangkan minimnya persediaan darah, pemborosan yang terjadi karena adanya produk yang kedaluwarsa, produk yang mudah rusak, dan ketidakpastian dari kebutuhan dan persediaan darah.

Tabel 2.4 *Literature Review* Penelitian (Lanjutan)

No	Penulis	Pendekatan yang Digunakan*	Tujuan & Ruang Lingkup Penelitian
10		<i>Process Mining, Discrete Event Simulation</i>	Memetakan proses bisnis sistem rantai pasok darah, membuat model pengembangan untuk mengetahui performansi berupa nilai tingkat pengisian produk dan jumlah kantong kedaluwarsa, dan menentukan skenario perbaikan terhadap sistem rantai pasok darah dengan menggunakan metode simulasi.
11	Anu	<i>Agent-Based Modelling &amp; Simulation</i>	Mengusulkan simulasi model perilaku nelayan dalam melakukan penangkapan ikan kerapu di pelabuhan Brondong untuk menganalisis perilaku-perilaku agen yang berpengaruh terhadap peningkatan volume ikan kerapu di pelabuhan Brondong, dan merancang skenario perbaikan untuk meningkatkan volume tangkapan serta pendapatan total tangkapan di pelabuhan Brondong.
12		<i>(Literature Review)</i>	Mengulas berbagai macam penelitian terkait pengelolaan rantai pasok darah dan menyoroti peluang mengembangkan penelitian yang lebih jauh dalam bidang pengelolaan rantai pasok darah.

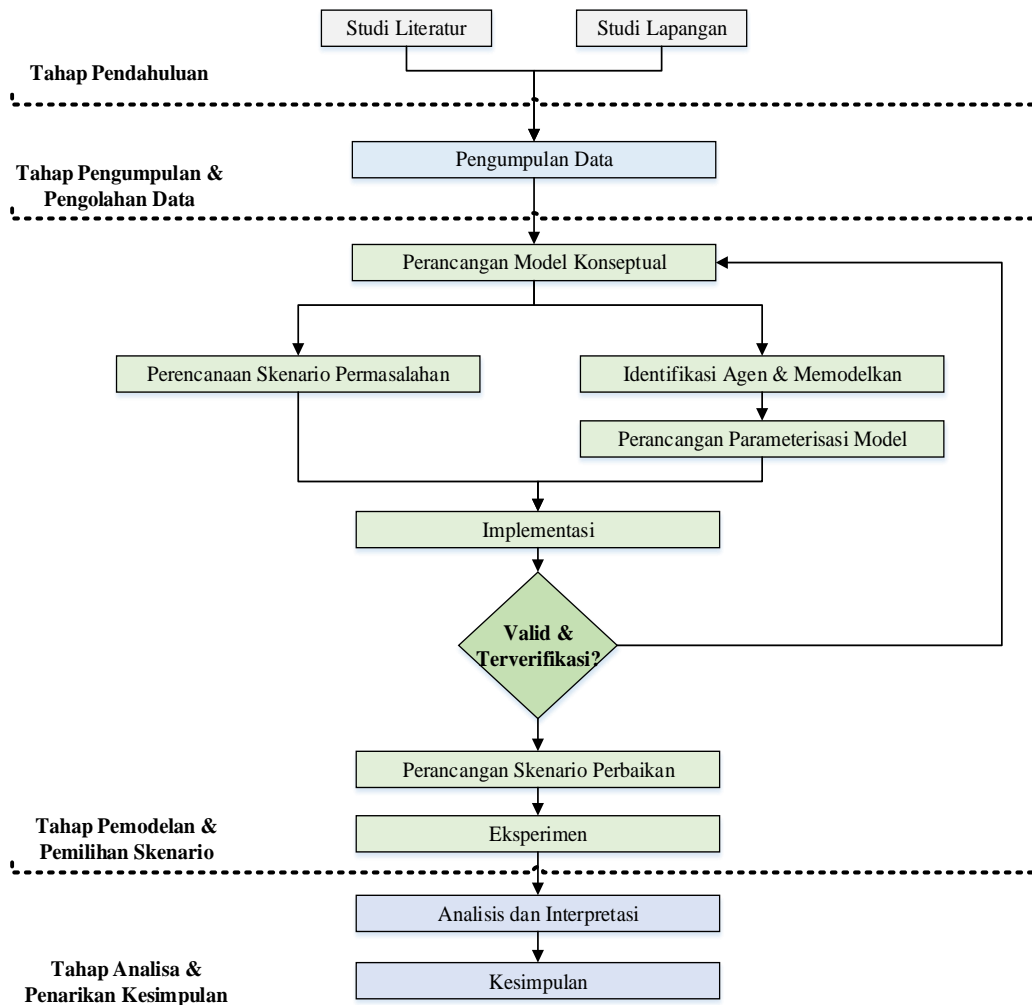
*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan-tahapan yang dilalui dalam melakukan penelitian ini terkait kerangka berpikir, pengembangan model dan simulasi, urutan kerja, analisa, dan kesimpulan.

#### 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian

#### 3.2 Tahap Pendahuluan

Tahapan ini bertujuan untuk mempelajari permasalahan secara lebih mendalam. Tahapan ini terdiri atas studi literatur dan studi lapangan. Studi lapangan

dilakukan untuk memahami kondisi dan situasi dari objek yang kemudian digunakan untuk mengidentifikasi permasalahan yang akan diselesaikan. Studi literatur dilakukan untuk mempelajari solusi yang telah ditawarkan oleh penelitian-penelitian terdahulu dalam menyelesaikan permasalahan terkait. Studi literatur juga memberikan tambahan wawasan berupa teori-teori terkait sehingga memberikan pandangan lebih dalam memahami dan menyelesaikan permasalahan yang dihadapi.

### **3.3 Tahap Pengumpulan & Pengolahan Data**

Tahapan ini mengumpulkan dan dan mengolah data yang dibutuhkan dalam penelitian. Data yang dikumpulkan bersifat data primer dan data sekunder. Data yang telah dikumpulkan dan diolah digunakan untuk melakukan pengujian terhadap dugaan permasalahan yang akan diselesaikan. Data tersebut kemudian juga digunakan sebagai masukan dalam membangun model aktual pada tahapan selanjutnya.

### **3.4 Tahap Pemodelan & Pemilihan Skenario**

Tahapan ini membangun model aktual dari sistem dan mendesain skenario untuk memperbaiki performansi dari sistem. Tahapan ini terdiri atas perancangan model konseptual, perencanaan skenario permasalahan, pemodelan dengan *software* NetLogo, perancangan parameterisasi model, implementasi, verifikasi dan validasi, perancangan skenario perbaikan atau pengembangan, dan uji signifikansi.

#### *3.4.1 Perancangan Model Konseptual*

Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui variabel apa yang akan digunakan dalam membangun model dan keterkaitan antar variabel. Tahap ini juga akan memberikan gambaran dalam menentukan parameter yang akan digunakan untuk mengukur perdormansi dari sistem pengelolaan rantai pasok darah.



#### 3.4.2 *Perencanaan Skenario Permasalahan*

Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui beberapa macam cara yang mungkin untuk meningkatkan kinerja dari sistem. Perencanaan cara untuk meningkatkan kinerja sistem tersebut dirumuskan dalam skenario.

#### 3.4.3 *Pemodelan dengan software NetLogo*

Pada tahapan ini dilakukan identifikasi entitas, peran, tugas, aktivitas dan interaksi diantara elemen-elemen yang terlibat. Tahap ini memodelkan sistem pengelolaan rantai pasok darah secara makro (keseluruhan elemen) dan mikro (individu). Pada tahap ini, agen-agen pada sistem pengelolaan rantai pasok darah akan diidentifikasi terkait dengan perilaku, tujuan, interaksi dan atribut masing-masing. Selain itu, pada tahap ini juga dilakukan identifikasi variabel-variabel yang menjadi masukan model serta penentuan keluaran dari model yang akan dibangun. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan *software* NetLogo.

#### 3.4.4 *Perancangan Parameterisasi Model*

Tahap ini merupakan kelanjutan dari tahap memodelkan dengan menambah tingkat kedetilan pada model berdasarkan konteks pemrograman pada NetLogo. Parameterisasi model mencakup penentuan nilai-nilai atau data-data inisialisasi yang akan mempengaruhi jalannya model. Hal ini akan digunakan untuk mengukur kinerja dari sistem.

#### 3.4.5 *Implementasi*

Pada tahap ini dilakukan pemrograman pada *software* NetLogo dan mengimplementasikan model konseptual yang telah didesain dengan menggunakan bahasa pemrograman NetLogo.

#### 3.4.6 *Verifikasi dan Validasi*

Tahap ini merupakan tahap terakhir dalam proses pengolahan data yaitu tahap verifikasi dan validasi. Uji verifikasi bertujuan untuk memastikan tidak adanya kesalahan pada model yang telah didesain. Uji validasi model bertujuan untuk mengetahui apakah logika dari model yang dirancang telah sesuai dengan

kondisi permasalahan aktual. Uji validasi bisa dilakukan dengan menggunakan uji t (*t-test*) dengan menggunakan bantuan software SPSS. Apabila model sudah terverifikasi dan validasi maka dapat dilakukan pembuatan skenario perbaikan atau pengembangan.

#### *3.4.7 Perancangan Skenario Perbaikan atau Pengembangan*

Pada tahap ini dilakukan perancangan skenario berdasarkan dengan variabel-variabel yang telah diidentifikasi dan membandingkannya dengan uji signifikansi untuk mendapatkan skenario terpilih dalam menyelesaikan permasalahan di sistem.

#### *3.4.8 Eksperimen*

Beberapa perancangan skenario yang telah dibuat, akan dipilih skenario perbaikan/pengembangan yang paling baik melalui uji signifikansi. Uji signifikansi menggunakan pengujian Bonferroni.

### **3.5 Tahap Analisa & Penarikan Kesimpulan**

Tahapan ini terdiri dari analisa terhadap hasil simulasi model aktual dan skenario perbaikan yang telah dilakukan. Setelah itu dilakukan penarikan kesimpulan dan rekomendasi untuk penelitian berikutnya.

## BAB 4

### PERANCANGAN MODEL SIMULASI

Bab ini berisi penjelasan perancangan model simulasi yang terdiri dari identifikasi sistem amatan, konseptualisasi model, perancangan model komputer, dan simulasi model komputer.

#### 4.1 Identifikasi Sistem Amatan

Bagian ini dilakukan untuk memahami kondisi sistem nyata dari Unit Transfusi Darah – Palang Merah Indonesia (UTD-PMI) daerah Jawa Timur. Penelitian ini hanya mengidentifikasi hal-hal yang terkait dengan UTD-PMI dalam mengelola darah persediaan darah, khususnya produk *Tombrochyt Concentrate* (TC) dan *Packed Red Cells* (PRC).

##### 4.1.1 UTD-PMI Jawa Timur

Terdapat 37 UTD-PMI yang tersebar di seluruh wilayah Jawa Timur sesuai dengan kota dan kabupaten yang ada. Tiap UTD-PMI memiliki kapabilitas dan jumlah permintaan yang beragam. Kapabilitas dari UTD-PMI dipengaruhi oleh fasilitas yang ada, sistem manajemen yang diterapkan, dan jumlah masyarakat yang mendonorkan darahnya. Jumlah permintaan darah yang ada dipengaruhi oleh jumlah penduduk yang ada di wilayah tersebut. Berikut merupakan jumlah penduduk dari tiap kota dan kabupaten.

Tabel 4.5 Jumlah Penduduk Kabupaten/Kota di Jawa Timur

Kabupaten/Kota	Jumlah Penduduk
<b>Kabupaten</b>	
1. Pacitan	550 986
2. Ponorogo	867 393
3. Trenggalek	689 200
4. Tulungagung	1 021 190
5. Blitar	1 145 396

Tabel 4.6 Jumlah Penduduk Kabupaten/Kota di Jawa Timur (Lanjutan)

<b>Kabupaten/Kota</b>		<b>Jumlah Penduduk</b>
<b>Kabupaten</b>		
6.	Kediri	1 546 883
7.	Malang	2 544 315
8.	Lumajang	1 030 193
9.	Jember	2 407 115
10.	Banyuwangi	1 594 083
11.	Bondowoso	761 205
12.	Situbondo	669 713
13.	Probolinggo	1 140 480
14.	Pasuruan	1 581 787
15.	Sidoarjo	2 117 279
16.	Mojokerto	1 080 389
17.	Jombang	1 240 985
18.	Nganjuk	1 041 716
19.	Madiun	676 087
20.	Magetan	627 413
21.	Ngawi	828 783
22.	Bojonegoro	1 236 607
23.	Tuban	1 152 915
24.	Lamongan	1 187 795
25.	Gresik	1 256 313
26.	Bangkalan	954 305
27.	Sampang	936 801
28.	Pamekasan	845 314
29.	Sumenep	1 072 113
<b>Kota</b>		
71.	Kediri	280 004
72.	Blitar	137 908
73.	Malang	851 298
74.	Probolinggo	229 013
75.	Pasuruan	194 815
76.	Mojokerto	125 706
77.	Madiun	174 995
78.	Surabaya	2 848 583
79.	Batu	200 485
<b>Jawa Timur</b>		<b>38 847 561</b>

Dari ke-38 kota dan kabupaten yang ada di Jawa Timur, Kota Batu belum memiliki fasilitas Unit Transfusi Darah (UTD) sendiri. Kebutuhan darah di Kota Batu masih dipenuhi dari UTD-PMI Kota Malang dibantu oleh PMI daerah setempat. Berdasarkan tingkatannya, UTD terdiri atas UTD:

- a. tingkat nasional;
- b. tingkat provinsi; dan
- c. tingkat kabupaten/kota.

Berdasarkan kemampuan pelayanan, UTD terdiri atas:

- a. kelas utama;
- b. kelas madya; dan
- c. kelas pratama.

UTD dengan kelas utama paling sedikit memiliki kemampuan pelayanan:

- a. melakukan uji saring darah terhadap Infeksi Menular Lewat Transfusi Darah (IMLTD) dengan metode Nucleic Acid Amplification Technology (NAT), Chemiluminescence Immuno Assay (ChLIA)/Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA), Rapid Test, dan slide test malaria untuk daerah endemis;
- b. melakukan uji kontaminasi bakteri;
- c. melakukan uji golongan darah ABO dan rhesus, uji silang serasi, serta skrining dan identifikasi antibodi dengan metode otomatis/slide/tabung/gel;
- d. berfungsi sebagai rujukan uji saring darah terhadap Infeksi Menular Lewat Transfusi Darah (IMLTD), kasus serologi golongan darah dan kasus reaksi transfusi darah secara laboratoris;
- e. mengolah sekurang-kurangnya 80% dari Whole Blood menjadi komponen darah; dan
- f. memproduksi jenis komponen darah Whole Blood, Packed Red Cell, Thrombocyte Concentrate, Fresh Frozen Plasma, dan Cryoprecipitate tanpa atau dengan leukodepleted.

UTD dengan kelas madya paling sedikit memiliki kemampuan pelayanan:

- a. melakukan uji saring darah terhadap Infeksi Menular Lewat Transfusi Darah (IMLTD) dengan Chemiluminescence Immuno Assay

(ChLIA)/Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA), Rapid Test, dan slide test malaria untuk daerah endemis;

- b. melakukan uji golongan darah ABO dan rhesus, serta uji silang serasi dengan metode slide/tabung/gel;
- c. mengolah sekurang-kurangnya 50% dari Whole Blood menjadi komponen darah; dan
- d. memproduksi jenis komponen darah Whole Blood, Packed Red Cell, dan Thrombocyte Concentrate.

UTD dengan kelas pratama paling sedikit memiliki kemampuan pelayanan:

- a. melakukan uji saring darah dengan metode rapid test dan slide test malaria untuk daerah endemis;
- b. melakukan uji golongan darah ABO dan Rhesus, serta uji silang serasi dengan metode slide/tabung/gel;
- c. mengolah Whole Blood menjadi komponen darah atas permintaan klinisi; dan
- d. memproduksi jenis komponen darah Whole Blood dan Packed Red Cell.

UTD-PMI Surabaya merupakan satu-satunya UTD tingkat provinsi dan kelas utama di daerah Jawa Timur.

#### *4.1.2 Produksi dan Kebutuhan Darah*

Produksi darah dipengaruhi oleh tingkat kesadaran masyarakat untuk mendonorkan darah dan fasilitas yang dimiliki oleh UTD-PMI tersebut. Fasilitas yang dimiliki menentukan komposisi dari komponen darah yang diproduksi. Pengumpulan data langsung dilakukan terhadap UTD-PMI di daerah Surabaya dan Sidoarjo. UTD-PMI Surabaya memproduksi 15 jenis komponen darah sedangkan UTD-PMI Sidoarjo memproduksi 5 jenis komponen darah. Tabel 4.3 dan tabel 4.4 menunjukkan rekap produksi darah yang ada di UTD-PMI Surabaya dan UTD-PMI Sidoarjo kemudian tabel 4.5 menunjukkan kebutuhan darah di UTD-PMI Surabaya.

Tabel 4.7 Produksi Komponen Darah UTD-PMI Sidoarjo Tahun 2017

Bulan	Jenis Komponen					Jumlah
	WB	PRC	TC	FFP	LP	
Januari	276	1845	974	110	1735	4940
Februari	287	2071	807	79	1992	5236
Maret	300	2337	901	33	2304	5875
April	270	1875	925	16	1859	4945
Mei	316	2566	1089	59	2786	6816
Juni	307	1207	863	4	1510	3891
Juli	357	2479	1017	44	2792	6689
Agustus	455	2859	1142	59	3255	7770
September	4	2619	919	43	2580	6165
Oktober	80	2431	1023	68	2443	6045
November	45	2440	982	41	2444	5952
Desember	37	1988	979	44	1944	4992
<b>Jumlah</b>	<b>2734</b>	<b>26717</b>	<b>11621</b>	<b>600</b>	<b>27644</b>	<b>69316</b>

Tabel 4.8 Produksi Komponen Darah UTD-PMI Surabaya Tahun 2017

Jenis	PRODUKSI ( DLM.UNIT )		
	Lokal	Sisa yg lalu	Jumlah
WB	21586	164	<b>21750</b>
PRC	113671	531	<b>114202</b>
PCL	1	0	<b>1</b>
PCLs	442	0	<b>442</b>
PCR	2436	0	<b>2436</b>
WE	7563	0	<b>7563</b>
PD (WB)	9	0	<b>9</b>
PD (PRC)	119	0	<b>119</b>
LP	99432	0	<b>99432</b>
FFP	24564	563	<b>25127</b>
TC	101589	420	<b>102009</b>
APHERESIS	782	1	<b>783</b>
CRYO /AHF	264	229	<b>493</b>
BUFFYCOUT	2440	0	<b>2440</b>
P.R.P / FP	33	0	<b>33</b>
JML KOMP.	353345	4099	<b>355089</b>
<b>JUMLAH</b>	<b>374931</b>	<b>4263</b>	<b>376839</b>

Tabel 4.9 Kebutuhan Darah UTD-PMI Surabaya tahun 2017

Jenis	PEMAKAIAN (DALAM UNIT)						Jumlah
	1	2	3	4	5	6	
WB	6127	10527	332	1251	3316	73	<b>21626</b>
PRC	42977	56508	1458	6360	6345	133	<b>113781</b>
PCL	1	0	0	0	0	0	<b>1</b>
PCLs	431	11	0	0	0	0	<b>442</b>
PCR	1700	481	9	142	20	0	<b>2352</b>
WE	1673	5890	0	0	0	0	<b>7563</b>
PD (WB)	9	0	0	0	0	0	<b>9</b>
PD (PRC)	119	0	0	0	0	0	<b>119</b>
LP	0	0	1223	98209	0	0	<b>99432</b>
FFP	2336	1805	240	3816	16003	375	<b>24575</b>
TC	16931	32002	1230	17870	6435	27270	<b>101738</b>
APHERESIS	756	1	4	5	15	1	<b>782</b>
CRYO /AHF	84	29	0	51	187	3	<b>354</b>
BUFFYCOUT	0	0	9	2431	0	0	<b>2440</b>
P.R.P / FP	24	0	0	7	2	0	<b>33</b>
JML KOMP.	67041	96727	4173	128891	29007	27782	<b>353621</b>
<b>JUMLAH</b>	<b>73168</b>	<b>107254</b>	<b>4505</b>	<b>130142</b>	<b>32323</b>	<b>27855</b>	<b>375247</b>

Data dari kedua UTD-PMI ini dilakukan replikasi untuk menghasilkan data kebutuhan dan produksi komponen darah dari setiap daerah. Berikut merupakan rata-rata produksi dan rata-rata kebutuhan komponen darah dari tiap kategori UTD-PMI.

Tabel 4.10 Rata-Rata Produksi &amp; Kebutuhan Komponen Darah untuk Setiap Kategori UTD-PMI

	Rata-rata Produksi		Rata-rata Kebutuhan	
	PRC	TC	PRC	TC
<b>Utama</b>	373	313	316	282
<b>Widya</b>	175	149	223	205
<b>Pratama</b>	85	75	155	140



### 4.1.3 Aktivitas Transfusi Darah

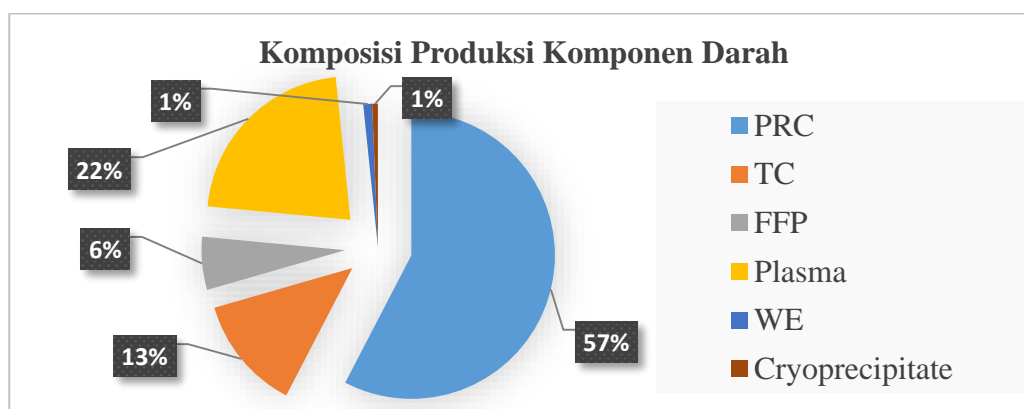
Berdasarkan **Permenkes No.83 tahun 2014**, UTD-PMI diarahkan untuk membentuk koordinator sistem jejaring penyediaan darah yang bertugas untuk merancang jejaring pelayanan transfusi darah lintas wilayah dalam bentuk sistem informasi teknologi dan bekerja sama dengan UTD negara-negara lain dan lembaga swadaya masyarakat. UTD-PMI di Jawa Timur dalam mewujudkan hal ini membentuk jejaring-jejaring kecil yang terdiri dari 7-8 UTD-PMI tingkat kabupaten/kota untuk melakukan komunikasi yang lebih intens baik dalam rangka pembinaan dan pemenuhan kebutuhan darah.

UTD-PMI dalam memenuhi kebutuhan darah juga melakukan pengiriman ke UTD yang lain dari yang kelebihan stok ke yang membutuhkan. Berikut merupakan persentase jumlah kantong yang dikirimkan ke UTD lain dibandingkan dengan total produksi.

Tabel 4.11 Persentase *Dropping* UTD Lain terhadap Total Produksi

	<b><i>Dropping</i> UTD Lain</b>	<b>Total Produksi</b>	<b>Persentase</b>
<b>Surabaya</b>	8090	216211	3,74%
<b>Sidoarjo</b>	1145	69316	1,65%

UTD-PMI dalam sistem nyata mengelola banyak jenis produk tergantung dari fasilitas yang ada. Produk tersebut secara garis besar dibagi menjadi PRC, TC, FFP, Plasma, WE, dan Cryoprecipitate. Berikut merupakan komposisi produksi dari komponen darah secara keseluruhan.



Gambar 4.1 Komposisi Produksi Komponen Darah  
(Sumber : Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI)



Gambar 4.2 Komposisi Produksi Komponen Darah PRC & TC di Jawa Timur  
(Sumber : Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI)

## 4.2 Konseptualisasi Sistem

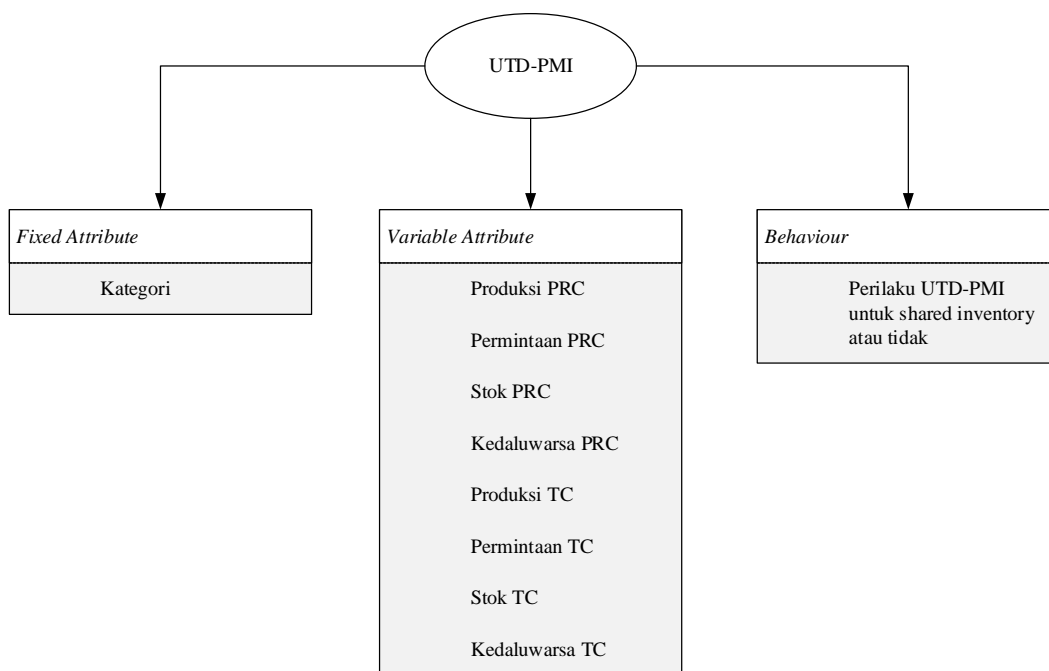
Pada bagian ini dilakukan penggambaran dan penstrukturan kondisi sistem nyata dalam bentuk model konseptual agar lebih mudah dipahami. Model konseptual akan membantu melihat komponen-komponen dari sistem dan interaksi antar variabel yang ada di dalam sistem. Konseptualisasi sistem ini akan dijabarkan dalam bentuk identifikasi agen dan variabel yang ada.

### 4.2.1 Identifikasi Agen dan variabel

Identifikasi agen dilakukan untuk mengetahui individu-individu yang terlibat di dalam sistem dan kemudian mengetahui perilakunya. Pada sistem nyata yang terjadi terdapat banyak agen yang terlibat dimulai dari UTD-PMI, Rumah Sakit dengan dan tanpa bank darah, dan masyarakat. Hal ini kemudian disimplifikasi menjadi satu set agen yang terlibat yaitu UTD-PMI. Hal ini dikarenakan variabel utama yang menjadi kontribusi dari set agen yang lain adalah variabel permintaan dan penawaran. Selain itu, fokus utama dari penelitian ini adalah melihat signifikansi dari koordinasi yang dilakukan oleh PMI pada performansi rantai pasok darah.

Agen memiliki atribut tetap, atribut variabel, dan *behaviour*. Atribut tetap merupakan variabel yang melekat yang nilainya tidak dapat dirubah. Atribut variabel merupakan variabel yang nilainya dapat berubah sesuai dengan waktu dan kondisi tergantung dari logika pemrograman yang dibentuk. *Behaviour* merupakan perilaku aktivitas yang dilakukan oleh agen. Perilaku dari agen ini kemudian dapat

mempengaruhi nilai atribut variabel agen lainnya. Pada sistem ini yang menjadi perilaku dari UTD-PMI adalah keputusannya untuk melakukan atau tidak melakukan koordinasi dalam mengelola persediaan darah untuk memenuhi kebutuhan yang ada. Berikut merupakan diagram yang menggambarkan identitas dan variabel yang terdapat di dalam agen.



Gambar 4.3 Identitas Agen dan Variabel yang Dimiliki

Variabel-variabel yang ada di dalam sistem dapat dibagi menjadi *global variable* dan atribut variabel. Variabel global merupakan variabel-variabel yang menggambarkan keseluruhan sistem. Variabel ini dapat diakses oleh seluruh agen yang ada di dalam sistem sesuai dengan algoritma yang dibangun. Variabel atribut merupakan atribut yang dimiliki oleh agen yang bersifat variabel. Variabel ini hanya bisa diakses oleh tiap agen yang memiliki atribut tersebut.

UTD-PMI memiliki atribut tetap berupa peran. Peran ini berarti menentukan kapabilitas dari UTD-PMI yang ada menjadi utama, madya, dan pratama. Atribut variabel dari UTD-PMI adalah jumlah produksi darah yang mampu dihasilkan, kebutuhan darah yang harus dipenuhi, dan stok dari darah yang dimiliki. Atribut variabel ini akan dibagi menjadi dua jenis lagi karena produk yang menjadi objek penelitian ini adalah produk PRC (*Packed Red Cells*) dan TC (*Thrombocyt*

*Concentrate*). Variabel global yang ada di dalam sistem adalah tingkat *shortage* yang terjadi di dalam sistem. Variabel global ini dipengaruhi oleh tingkat kebutuhan yang gagal dipenuhi oleh tiap UTD-PMI yang ada di dalam sistem.

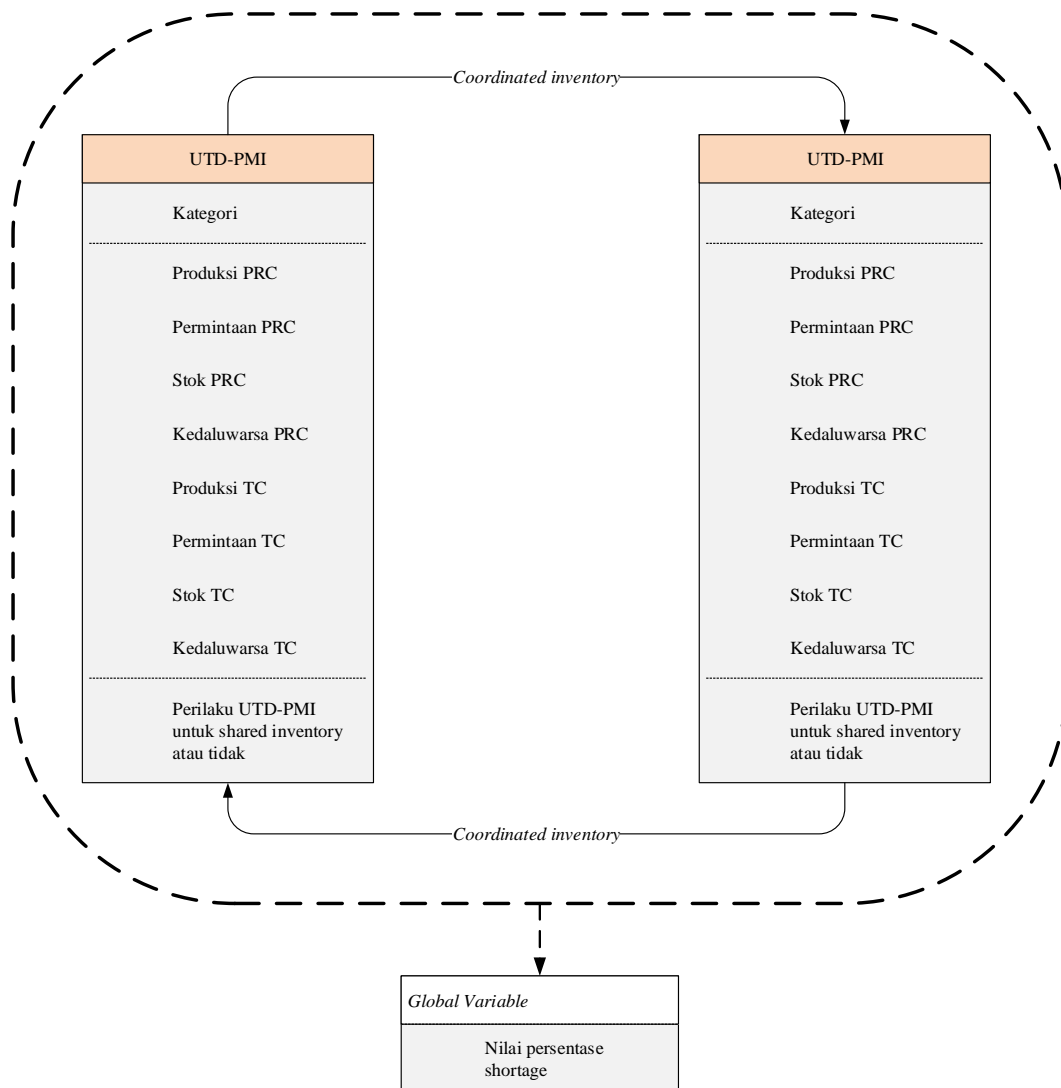
#### 4.2.2 Model Konseptual

Model konseptual merupakan diagram yang memberikan gambaran mengenai sistem nyata sebagai landasan awal untuk membangun model yang lebih kompleks dan membantu mengkomunikasikan model yang akan dibangun. Tabel XX menunjukkan agen yang terlibat, interaksi yang terjadi, lingkungan dari agen, masukan dan keluaran model, batasan, dan asumsi yang digunakan pada penelitian ini. Berikut merupakan ruang lingkup dari model yang dikembangkan.

Tabel 4.12 Ruang Lingkup Model

<b>Agen</b>	:	UTD-PMI
<b>Interaksi</b>	:	- Menerima informasi kebutuhan darah di UTD-PMI lain
		- Mengirimkan darah ke UTD-PMI lain
<b>Lingkungan</b>	:	UTD-PMI di daerah lain
<b>Masukan (variabel keputusan)</b>	:	- Kategori UTD-PMI
		- Produksi PRC
		- Permintaan PRC
		- Kedaluwarsa PRC
		- Produksi TC
		- Permintaan TC
<b>Keluaran</b>	:	- Stok PRC
		- Stok TC
		- Persentase <i>shortage</i>
<b>Batasan</b>	:	Objek adalah UTD-PMI di Jawa Timur
<b>Asumsi</b>	:	Variabel masukan didapat dari data primer hasil observasi langsung terhadap UTD-PMI Surabaya dan UTD-PMI Sidoarjo pada tahun 2017
		- Kejadian bencana alam tidak diperhitungkan
		Variabel masukan UTD-PMI selain Surabaya dan Sidoarjo didapatkan dari replikasi data primer UTD-PMI Surabaya & Sidoarjo
		- Model awal dianggap tidak terjadi interaksi sama sekali

Model konseptual yang ditampilkan pada tabel XX merupakan gambaran secara umum dari keseluruhan sistem yang secara visual ditampilkan pada gambar XX. Sistem berisikan beberapa agen sesuai dengan kondisi nyata yang ada, tetapi cara kerja dari tiap agen pada dasarnya adalah sama. Perbedaan yang ada pada tiap agen adalah nilai dari variabel-variabel keputusan yang merupakan masukan dari model. Dua UTD-PMI yang ada di dalam gambar merupakan simplifikasi interaksi yang terjadi antar UTD-PMI di Jawa Timur untuk memudahkan memahami kondisi sistem. Model berbasis agen yang dibangun dan kemudian disimulasikan melibatkan 7 agen yang berada dalam satu jejaring. Berikut merupakan model konseptual dari persediaan darah terkoordinasi pada UTD-PMI di Jawa Timur.



Gambar 4.4 Diagram Konseptual

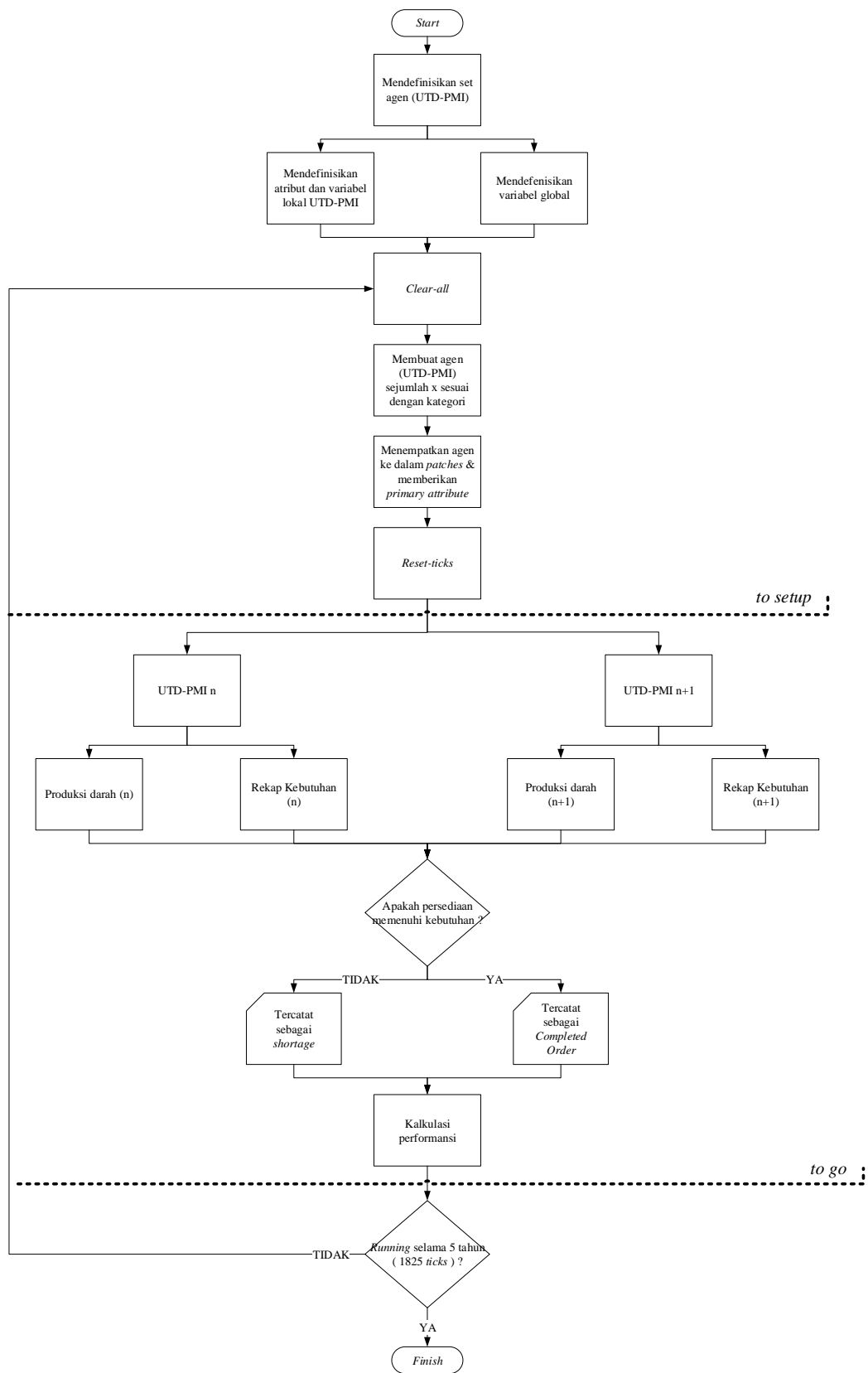
### 4.3 Perancangan Model Komputer

Bagian ini akan menjelaskan perancangan model komputer dari sistem nyata. Model komputer dibangun berdasarkan model konseptual yang ada pada bagian sebelumnya. Subbab ini juga berisi bahasa pemrograman yang digunakan beserta interaksinya.

#### 4.3.1 Algoritma Pemrograman

Algoritma pemrograman merupakan sebuah kerangka berpikir yang dibentuk untuk menyelesaikan permasalahan secara sistematis. Algoritma ini digunakan sebagai panduan untuk membangun bahasa pemrograman pada model komputer. Tujuannya adalah untuk memudahkan proses pemrograman. Secara garis besar, algoritma pemrograman terdiri atas mendefinisikan segala jenis atribut & variabel yang akan digunakan, membangun *layout*, tiap agen menjalankan aktivitas, dan repetisi sampai waktu yang ditentukan.

Fungsi atau logika dari membangun lanskap atau *layout* terdiri dari mendefinisikan agen dan memberikan nilai untuk tiap atribut dan variabel untuk setiap agen yang dibentuk. Semua fungsi ini dijalankan dalam fungsi *setup*. Selanjutnya merupakan fungsi *go* yang menjalankan logika aktivitas dari seluruh agen. Aktivitas yang terjadi adalah produksi komponen darah, menerima kebutuhan darah, memenuhi permintaan, pencatatan stok yang ada, dan pengukuran performansi dari keseluruhan sistem.

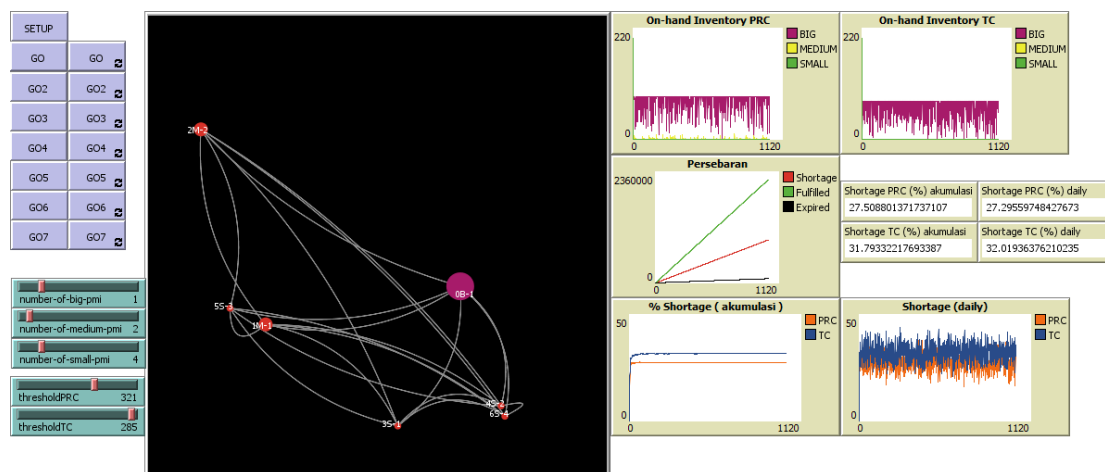


Gambar 4.5 Alur Algoritma Pemrograman

### 4.3.2 User Interface

*User Interface* merupakan tampilan dari model simulasi yang didesain sedemikian rupa sehingga pengamat model dapat mengatur, mengontrol, dan memantau jalannya simulasi model. Fitur yang ada pada model ini adalah *button*, *slider*, *monitor*, & *plot*. Fitur *button* terdiri atas *setup* dan *go*. *Setup* berfungsi untuk menampilkan lanskap awal model. *Go* berfungsi untuk menjalankan aktivitas. *Go2*, *go3*, *go4*, dan seterusnya merupakan aktivitas yang berdasarkan pada skenario yang diusulkan pada model ini.

Fitur *slider* terdiri dari jumlah UTD-PMI untuk tiap jenis yang ada, yaitu utama, widya, dan pratama. Selain itu, *slider* juga digunakan untuk menentukan *threshold* yang ada yang digunakan pada beberapa skenario. Fitur *plot* merupakan fitur yang digunakan untuk menyajikan variabel dalam bentuk grafik. Fitur *monitor* merupakan fitur untuk menampilkan nilai dari variabel secara *real-time*.



Gambar 4.6 *User Interface* dari model

### 4.3.3 Experimental Factor

*Experimental factor* merupakan variabel pada model yang menjadi fokus utama analisa. Perubahan pada variabel ini kemudian dianalisa untuk menghasilkan skenario yang paling baik untuk sistem. Pada penelitian ini yang menjadi *experimental factor* adalah koordinasi antar UTD-PMI yang diterjemahkan ke dalam bentuk *threshold* untuk tiap produk. Ketika terdapat *threshold*, berarti UTD PMI hendak melakukan *sharing inventory*.

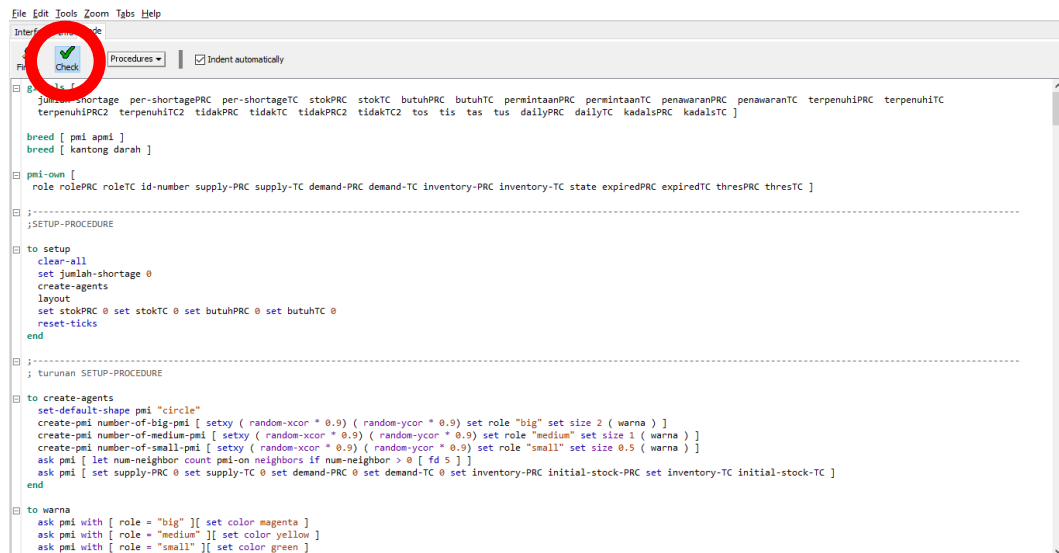


## 4.4 Verifikasi dan Validasi Model

Model komputer yang telah dibangun kemudian dilakukan pengujian verifikasi dan validasi untuk mengetahui kesesuaian model yang telah dibangun dengan dunia nyata. Verifikasi merupakan proses pemeriksaan *error* yang ada pada algoritma pemrograman. Validasi merupakan pengujian kesesuaian model komputer dengan dunia nyata. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kredibilitas dari model yang dibangun pada penelitian ini dengan dunia nyata.

### 4.4.1 Verifikasi

Verifikasi merupakan pengecekan apakah terdapat *error* dalam melakukan pemrograman. Jika terdapat *error*, maka terdapat dua kemungkinan. Kemungkinan pertama adalah model tidak dapat dijalankan. Kemungkinan kedua adalah model dapat berjalan tapi tidak sesuai dengan algoritma model komputer yang sudah dirancang. Berikut merupakan tampilan yang membuktikan bahwa bahasa pemrograman yang digunakan sudah benar.



```
File Edit Tools Zoom Tabs Help
Interface
Procedures
 Indent automatically

Jumlah-shortage per-shortagePRC per-shortageTC stokPRC stokTC butuhPRC butuhTC permintaanPRC permintaanTC penawaranPRC penawaranTC terpenuhiPRC terpenuhiTC
terpenuhiIPRC2 terpenuhiITC2 tidakPRC tidakTC tidakPRC2 tidakTC2 tos tis tas tus dailyPRC dailyTC kadalsPRC kadalsTC ]

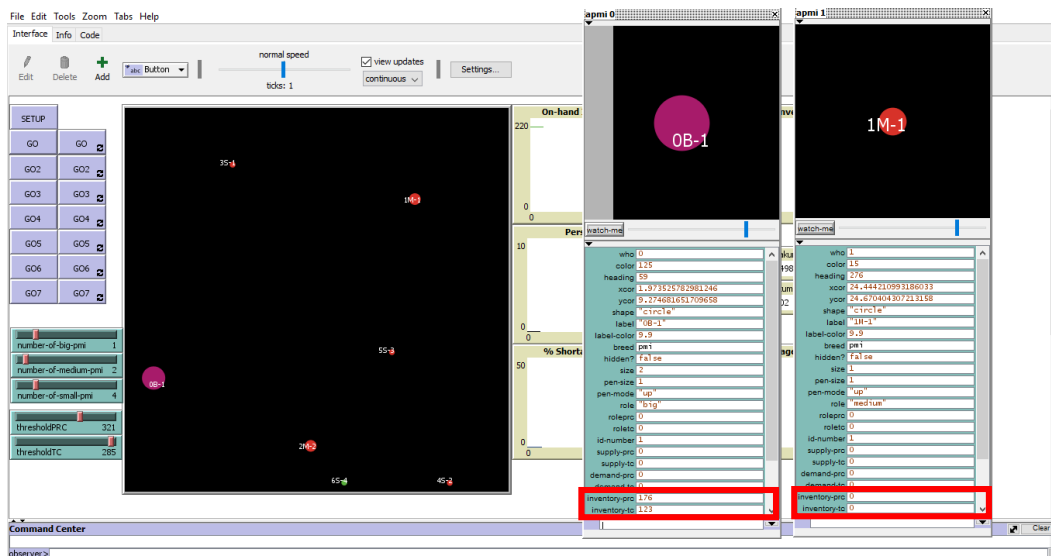
breed [ pmi apmi ]
breed [ kantong darah ]

pmi-own [
  role rolePRC roleTC id-number supply-PRC supply-TC demand-PRC demand-TC inventory-PRC inventory-TC state expiredPRC expiredTC thresPRC thresTC ]
]
; SETUP-PROCEDURE
-----
to setup
  clear-all
  set jumlah-shortage 0
  create-agents
  layout
  set stokPRC 0 set stokTC 0 set butuhPRC 0 set butuhTC 0
  reset-ticks
end
-----
; turunan SETUP-PROCEDURE
-----
to create-agents
  set-default-shape pmi "circle"
  create-pmi number-of-big-pmi [ setxy ( random-xxcor * 0.9 ) ( random-yycor * 0.9 ) set role "big" set size 2 ( warna ) ]
  create-pmi number-of-medium-pmi [ setxy ( random-xxcor * 0.9 ) ( random-yycor * 0.9 ) set role "medium" set size 1 ( warna ) ]
  create-pmi number-of-small-pmi [ setxy ( random-xxcor * 0.9 ) ( random-yycor * 0.9 ) set role "small" set size 0.5 ( warna ) ]
  ask pmi [ let num-neighbor count pmi-on-neighbors if num-neighbor > 0 [ fd 5 ] ]
  ask pmi [ set supply-PRC 0 set supply-TC 0 set demand-PRC 0 set demand-TC 0 set inventory-PRC initial-stock-PRC set inventory-TC initial-stock-TC ]
end

to warna
  ask pmi with [ role = "big" ][ set color magenta ]
  ask pmi with [ role = "medium" ][ set color yellow ]
  ask pmi with [ role = "small" ][ set color green ]
end
```

Gambar 4.7 Verifikasi Bahasa Pemrograman

Berikut merupakan tampilan yang menunjukkan bahwa model komputer sudah sesuai dengan algoritma pemrograman .



Gambar 4.8 Verifikasi Algoritma Pemrograman

Dapat dilihat bahwa ketika stok dari UTD-PMI kosong, maka warna dari agen akan berubah menjadi merah. Pada UTD-PMI yang tidak berubah menjadi warna merah menunjukkan tetap memiliki persediaan yang ditunjukkan oleh variabel *inventory-PRC* dan *inventory-TC*.

#### 4.4.2 Validasi

Validasi dilakukan dengan membandingkan keluaran dari simulasi dengan hasil di dunia nyata. Beberapa langkah validasi dilakukan dengan membandingkan membandingkan total produksi dan kebutuhan komponen darah selama satu tahun pada UTD-PMI kelas utama dengan produksi dan kebutuhan darah dari UTD-PMI Surabaya. Berikut merupakan tabel perbandingan hasil simulasi dengan kondisi aktual.

Tabel 4.13 Perbandingan Total Produksi dan Kebutuhan Darah Aktual dan Hasil Simulasi

	Aktual		Simulasi	
	Produksi	Pemakaian	Produksi	Pemakaian
<b>PRC</b>	114202	113781	113965	114267
<b>TC</b>	102009	101738	102201	102843

Berdasarkan tabel di atas, perbedaan yang ada antara kondisi aktual dengan simulasi tidak berbeda jauh sehingga dapat dikatakan valid. Berikutnya

membandingkan komposisi darah yang ada pada UTD-PMI kelas utama dengan komposisi darah di UTD-PMI Surabaya dan komposisi darah UTD- PMI di Jawa Timur.

Tabel 4.14 Perbandingan Komposisi Produksi Komponen Darah di UTD-PMI Surabaya

	Aktual		Simulasi	
PRC	114202	51%	113965	52,72%
TC	102009	49%	102201	47,28%

Tabel 4.15 Perbandingan Komposisi Produksi Komponen Darah UTD-PMI Jawa Timur

	Aktual	Simulasi
PRC	64%	61%
TC	36%	39%

Berdasarkan tabel di atas, dapat dilihat bahwa perbedaan komposisi produksi komponen darah antara kondisi aktual dengan simulasi tidak berbeda jauh sehingga dapat dikatakan valid. Berikutnya membandingkan *shortage* kondisi simulasi dengan kondisi aktual.

Tabel 4.16 *Shortage* pada Model Awal Simulasi

Komponen	Shortage
PRC	29%
TC	32%

Persentase komponen darah PRC yang mengalami *shortage* dan *expire* di Indonesia berdasarkan simulasi yang dilakukan adalah 29% dan 59% (Suwardie, et al., 2013). Berdasarkan hal tersebut, dapat dikatakan bahwa model yang diusulkan pada penelitian ini dapat dikatakan valid.

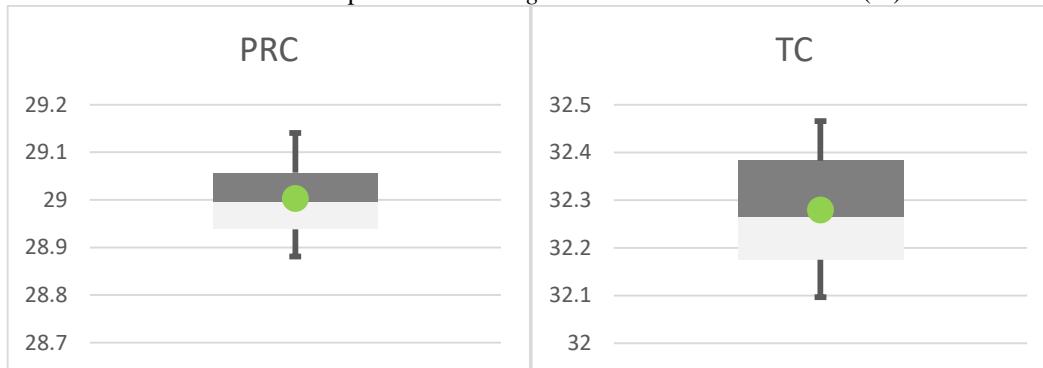
#### 4.5 Hasil Simulasi Model Awal

Bagian ini menampilkan hasil *running* simulasi awal yang dilakukan selama 5 tahun (1825 *ticks*) sebanyak 100 replikasi. UTD-PMI yang dimunculkan berjumlah 7 dengan 1 kategori utama, 2 kategori widya, dan 4 kategori pratama. Berikut adalah hasil perhitungan rata-rata dan standar deviasi nilai *shortage* hasil simulasi model awal.

Tabel 4.17 Rata-Rata & Standar Deviasi Nilai *Shortage* Hasil Simulasi Model Awal (%)

	PRC	TC
<b>Rata-Rata</b>	29,0029	32,2793
<b>Standar Deviasi</b>	0,07505	0,11532

Gambar 4.9 Boxplot Nilai *Shortage* Hasil Simulasi Model Awal (%)



Berdasarkan hasil *running* model simulasi di atas, dapat dilihat bahwa *shortage* yang terjadi untuk komponen PRC adalah sekitar 29% dan untuk komponen TC adalah 32%. Nilai *shortage* sangat stabil di semua repetisi yang dilakukan yang ditunjukkan dengan nilai standar deviasi. Standar deviasi untuk komponen darah PRC adalah sebesar 0,07505% dan untuk komponen darah TC adalah sebesar 0,11532%.

## **BAB 5**

### **MODEL SKENARIO**

Bab ini menjelaskan skenario yang dilakukan terhadap sistem pengelolaan darah yang terkoordinasi pada UTD-PMI di Jawa Timur. Simulasi kondisi awal yang telah dilakukan sebelumnya, dijadikan sebagai bahan acuan terhadap skenario yang ada. Model awal dianggap sebagai skenario 1 dan beberapa alternatif solusi yang diusulkan dinamakan dengan skenario 2, 3, hingga skenario 7.

#### **5.1 Skenario Peningkatan Performansi dengan Pengelolaan Darah yang Terkoordinasi**

Skenario yang dilakukan terhadap kondisi simulasi awal adalah dengan memunculkan pengelolaan darah yang terkoordinasi antar UTD-PMI. Perubahan yang dilakukan pada skenario di bawah ini adalah dengan melakukan koordinasi pada pengelolaan darah. Secara teknis hal ini diterjemahkan ke dalam nilai variabel *threshold* untuk melakukan *sharing inventory* kepada UTD-PMI lain. Hal ini berarti segala kebutuhan darah di Jawa Timur menjadi tanggung jawab bersama UTD-PMI, namun dalam pemenuhannya dibatasi oleh berbagai macam *threshold* sesuai dengan skenario yang diusulkan. Berikut merupakan beberapa skenario yang diusulkan.

- a. Skenario *threshold* Adalah Rata-Rata Permintaan di Jawa Timur

Skenario ini berarti *threshold* untuk *sharing inventory* adalah sama dengan rata-rata permintaan di Jawa Timur, yaitu 191 untuk komponen darah PRC dan 173 untuk komponen darah TC.

- b. Skenario *threshold* Adalah Rata-Rata Permintaan untuk Tiap Kategori UTD-PMI

Skenario ini berarti *threshold* untuk *sharing inventory* adalah sama dengan rata-rata permintaan untuk tiap kategori UTD-PMI, yaitu 316, 223, dan 155 untuk komponen darah PRC dan 282, 105, dan 140 untuk komponen darah TC.

- c. *Sharing Inventory* hanya dilakukan oleh UTD-PMI dengan Kategori Utama Berdasarkan Rata-Rata Permintaan Kategori Pratama

Skenario ini berarti *threshold* untuk *sharing inventory* hanya dilakukan untuk UTD-PMI dengan kategori utama dengan rata-rata permintaan UTD-PMI dengan kategori pratama, yaitu 155 untuk komponen darah PRC dan 140 untuk komponen darah TC.

- d. Skenario *threshold* Adalah Rata-Rata Produksi di Jawa Timur

Skenario ini berarti *threshold* untuk *sharing inventory* adalah sama dengan rata-rata permintaan di Jawa Timur, yaitu 241 untuk komponen darah PRC dan 253 untuk komponen darah TC.

- e. Skenario *threshold* Adalah Rata-Rata Produksi untuk Tiap Kategori UTD-PMI

Skenario ini berarti *threshold* untuk *sharing inventory* hanya dilakukan untuk UTD-PMI dengan kategori utama dengan rata-rata produksi UTD-PMI dengan kategori pratama, yaitu 373, 175, dan 85 untuk komponen darah PRC dan 313, 149, dan 75 untuk komponen darah TC.

- f. *Sharing Inventory* hanya dilakukan oleh UTD-PMI dengan Kategori Utama Berdasarkan Rata-Rata Produksi Kategori Pratama

Skenario ini berarti *threshold* untuk *sharing inventory* hanya dilakukan untuk UTD-PMI dengan kategori utama dengan rata-rata produksi UTD-PMI dengan kategori pratama, yaitu 85 untuk komponen darah PRC dan 75 untuk komponen darah TC.

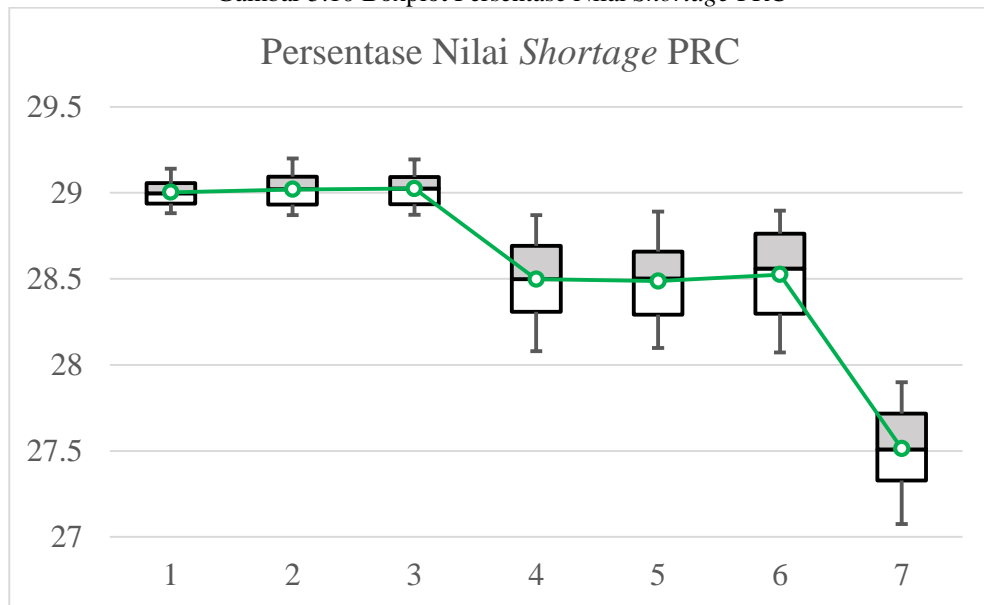
Berikut merupakan hasil *running* skenario yang dilakukan dengan melihat rata-rata dan standar deviasi nilai *shortage* pada komponen darah PRC dan TC.

Tabel 5.18 Rata-Rata dan Standar Deviasi Nilai *Shortage* untuk Tiap Skenario (%)

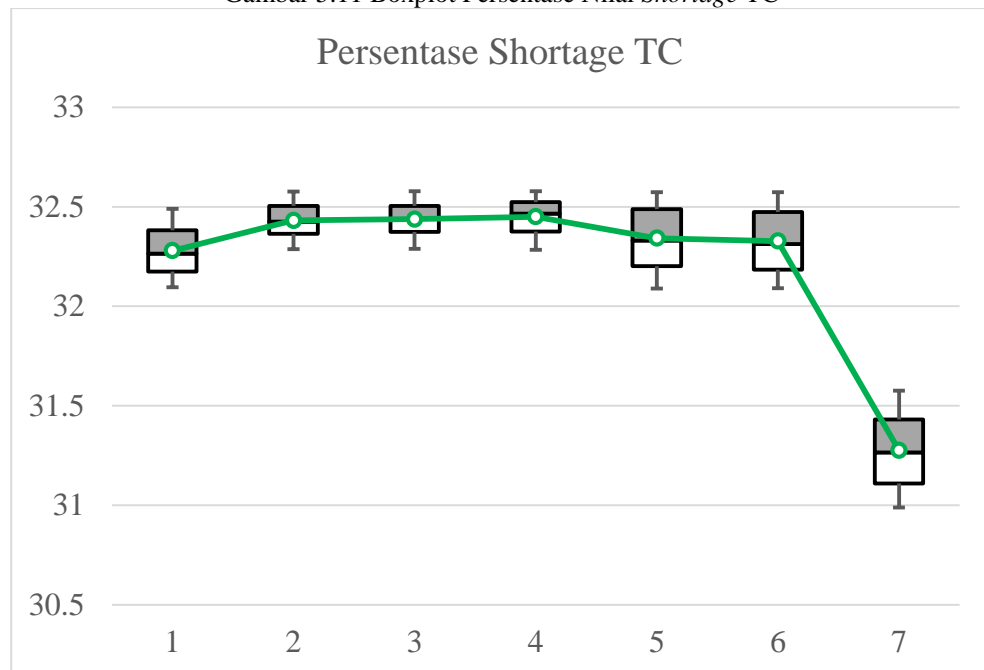
	Skenario							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	
Rata-Rata	29,00	29,02	29,02	28,50	28,49	28,52	27,51	PRC
Standar Deviasi	0,08	0,09	0,10	0,23	0,23	0,25	0,25	
Rata-Rata	32,28	32,43	32,44	32,45	32,34	32,33	31,28	TC
Standar Deviasi	0,12	0,09	0,09	0,08	0,15	0,16	0,18	

Berikut merupakan boxplot persentase nilai *shortage* pada komponen darah PRC dan TC.

Gambar 5.10 Boxplot Persentase Nilai *Shortage* PRC



Gambar 5.11 Boxplot Persentase Nilai *Shortage* TC



Hasil ini selanjutnya diuji dengan pengujian Bonferroni untuk mengetahui apakah data yang dihasilkan dari masing-masing skenario memiliki hasil yang berbeda secara signifikan atau tidak. Perhitungan pengujian Bonferroni menggunakan tingkat *error* sebesar 5% sehingga masing-masing perbandingan skenario memiliki tingkat kepercayaan sebesar 99,998%. Replikasi yang dilakukan sebanyak 100 dan berikut merupakan nilai t untuk tiap perbandingan yang dilakukan.

Tabel 5.19 Nilai t Perbandingan Skenario pada Komponen Darah PRC

		Skenario					
		S2	S3	S4	S5	S6	S7
Skenario	S1	-1,44	-1,91	43,89	44,86	41,54	129,34
	S2		-0,47	45,33	46,30	42,98	130,78
	S3			45,799	46,769	43,451	131,252
	S4				0,970	-2,348	85,454
	S5					-3,318	84,484
	S6						87,802

Tabel 5.20 Nilai t Perbandingan Skenario pada Komponen Darah TC

		Skenario					
		S2	S3	S4	S5	S6	S7
Skenario	S1	-19,93	-20,77	-22,38	-8,27	-6,37	131,49
	S2		-0,85	-2,45	11,66	13,55	151,42
	S3			-1,61	12,51	14,40	152,26
	S4				14,12	16,01	153,87
	S5					1,89	139,76
	S6						137,86

Berdasarkan nilai t tersebut, dapat diketahui nilai p untuk tiap skenario dengan menggunakan tabel t. Selanjutnya, nilai p dari nilai t tertentu dibandingkan terhadap tingkat *error* yaitu sebesar 0,001 untuk mengetahui signifikansi perbedaan antar skenario yang diusulkan. Berikut merupakan hasil perbandingan yang dilakukan.



Tabel 5.21 Hasil Perbandingan Skenario Komponen Darah PRC

		Skenario					
		S2	S3	S4	S5	S6	S7
Skenario	S1	tidak beda	tidak beda	S4>S1	S5>S1	S6>S1	S7>S1
	S2		tidak beda	S4>S2	S5>S2	S6>S2	S7>S2
	S3			S4>S3	S5>S3	S6>S3	S7>S3
	S4				S5>S4	tidak beda	S7>S4
	S5					S5>S6	S7>S5
	S6						S7>S6

Keterangan : “> “ berarti lebih baik

Tabel 5.22 Hasil Perbandingan Skenario Komponen Darah TC

		Skenario					
		S2	S3	S4	S5	S6	S7
Skenario	S1	S1>S2	S1>S3	S1>S4	S1>S5	S1>S6	S7>S1
	S2		tidak beda	tidak beda	S5>S2	S6>S2	S7>S2
	S3			tidak beda	S5>S3	S6>S3	S7>S3
	S4				S5>S4	S6>S4	S7>S4
	S5					tidak beda	S7>S5
	S6						S7>S6

Keterangan : “> “ berarti lebih baik

## 5.2 Analisis *Running Model Simulasi Skenario*

Berdasarkan hasil *running* skenario yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa hanya skenario 7 memberikan dampak yang paling signifikan dibanding dengan skenario lainnya. Skenario 7 berhasil menurunkan nilai *shortage* dari 29% menjadi 27% untuk PRC dan 31% untuk TC. Hal ini dapat terjadi karena skenario 7 memiliki *threshold* yang paling rendah dibandingkan dengan skenario lainnya.

Ketika *threshold* terlalu tinggi, maka dampaknya terhadap sistem tidak begitu signifikan dikarenakan *threshold* yang tinggi akan semakin membatasi *sharing inventory* itu sendiri. Dan sebaliknya ketika *threshold* semakin rendah, maka *sharing inventory* yang terkoordinasi akan semakin mudah untuk diwujudkan.

Untuk skenario 2, 3, 4, 5, dan 6 perubahan nilai *shortage* tidak bisa terlalu dilihat secara signifikan terhadap sistem terutama pada komponen darah TC dikarenakan *threshold* yang masih tinggi tersebut. Walaupun tidak signifikan,

skenario tersebut tetap memberikan nilai *shortage* yang cenderung lebih baik pada komponen darah PRC dibanding dengan *running* simulasi model awal.

Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan secara total perbandingan produksi dengan kebutuhan darah di tengah masyarakat masih tidak sebanding. Hal ini berarti ketika *threshold* dijadikan 0 sehingga semua stok UTD-PMI di suatu daerah langsung seketika menjadi stok bersama, masih tidak dapat memenuhi seluruh kebutuhan komponen darah yang ada sehingga nilai *shortage* tentu masih ada dan bernilai besar.

### **5.3 Pemilihan Skenario**

Pemilihan skenario terbaik didasarkan pada tujuan dari Tugas Akhir ini, yaitu meningkatkan performansi dengan pengelolaan persediaan darah yang terkoordinasi berdasarkan indikator *shortage*. Hal ini berarti skenario 7 yang dipilih dikarenakan memberikan dampak yang paling signifikan yaitu menurunkan nilai *shortage* menjadi 27% untuk komponen darah PRC dari sebelumnya 29% dan 31% untuk komponen darah TC dari sebelumnya 32%. Hasil tersebut telah diuji dengan pengujian Bonferroni yang menunjukkan signifikansi perbedaan dari hasil skenario.

## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisikan kesimpulan yang diperoleh dari penelitian Tugas Akhir ini beserta saran untuk penelitian selanjutnya.

#### **6.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat ditarik dari keseluruhan penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Telah diketahui bahwa UTD-PMI dapat dikategorikan menjadi 3 berdasarkan tingkat, kapabilitas, dan jumlah penduduk. Kapabilitas akan mempengaruhi tingkat produksi dari UTD-PMI dan jumlah penduduk akan mempengaruhi tingkat kebutuhan masyarakat akan darah. UTD-PMI dalam memenuhi kebutuhan darah sudah melakukan koordinasi namun masih minim dan tidak bersifat *real-time*. Kondisi pengelolaan persediaan darah pada UTD-PMI di Jawa Timur dilihat dari nilai *shortage* adalah sebesar 29%.
2. Dalam melakukan penelitian ini, perilaku UTD-PMI dalam konteks koordinasi dapat dianalisa menggunakan pendekatan ABMS. Pendekatan ini memiliki keuntungan untuk mampu memperlihatkan interaksi yang terjadi antar agen atau UTD-PMI.
3. Telah dikembangkan sebuah model simulasi yang memiliki fokus utama pada koordinasi antar UTD-PMI untuk meningkatkan performansi UTD-PMI dalam memenuhi kebutuhan darah dilihat dari nilai *shortage*. Skenario yang terpilih dari simulasi yang telah dilakukan adalah skenario 7 yang mampu meurunkan nilai *shortage* menjadi 27% untuk komponen darah PRC dari sebelumnya 29% dan 31% untuk komponen darah TC dari sebelumnya 32%

## 6.2 Saran

Berikut merupakan saran yang dapat disampaikan dalam rangka menyempurnakan penelitian yang telah ada ini.

1. Memperhitungkan pola dari permintaan dan kebutuhan dengan menggambarkan masyarakat beserta rumah sakit sebagai suatu set agen tersendiri.
2. Menganalisis berbagai macam variabel yang diperlukan ketika melakukan pengiriman barang, seperti jarak, biaya, *lead time*, dll.
3. Memperdalam analisis terkait kategori dari UTD-PMI yang terdiri atas utama, widya, dan pratama sehingga mendapatkan hasil yang lebih presisi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, B., Oliveira, F. & Dillon, M., 2017. A Two-Stage Stochastic Programming Model for. *Intern. Journal of Production Economics*, 20 February.pp. 27-41.
- Agustin, R. D. & Sastramihardja, S., 2004. *Model Manajemen Persediaan Darah di PMI Didukung Sistem Informasi berbasis WEB*. Yogyakarta, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2004.
- Altiok, T. & Melamed, B., 2007. *Simulation Modelling and Analysis with ARENA*. 1st ed. London: Elsevier.
- Belien, J. & Force, H., 2012. Supply chain management of blood products: A literature review. *European Journal of Operational Research*, pp. 1-16.
- Borshchev, A. & Filippov, A., 2004. From System Dynamics and Discrete Event to Practical Agent Based Modeling: Reasons, Techniques, Tools. *The 22nd International Conference of the System Dynamics Society*, pp. 1-23.
- Castellacci, F., 2018. Co-evolutionary growth: A system dynamics model. *Economic Modelling*, Volume 70, pp. 272-287.
- Daellenbach, H. G. & McNickle, D. C., 2005. *Management Science Decision Making Through Systems Thinking*. 1st ed. New York: Palgrave Macmillan.
- Dean, L., 2005. *Blood Groups and Red Cell Antigens*. Bethesda: National Center for Biotechnology Information.
- Harrell, C., Ghosh, B. K. & Bowden Jr., R. O., 2004. *Simulation Using ProModel*. 2nd ed. New York: McGrawHill.
- Hosseinifard, S. Z. & Abbasi, B., 2014. On the Issuing Policies for Perishable Items. *Decision Sciences*, pp. 995-1020.
- Kelton, W. D., P. Sadowski, R. & A. Sadowski, D., 2002. *Simulation with Arena*. 2nd ed. New York: McGraw-Hill.
- Mansur, A., Vanany, I. & Arvitrida, N. I., 2018. *Challenge and Research Opportunity in Blood Supply Chain Management : A Literature Review*. Surabaya.
- Najafi, M., Ahmadi, A. & Zolfagharinia, H., 2017. Blood Inventory Management in Hospitals : Considering Supply and Demand Uncertainty and Blood Transshipment Possibility. *Operations Research for Healthcare*, Volume 15, pp. 43-56.

Railsback, S. F. & Grimm, V., 2012. *Agent-Based and Individual-Based Modelling A Practical Introduction*. 1st ed. New Jersey: Princeton University Press.

Suwardie, A. W., Sopha, B. M. & Herliansyah, M. K., 2013. *A Simulation Model of Blood Supply Chain at Indonesian Regional Red-Cross*. Singapore, UGM Repository, pp. 1-7.

Vanany, I. et al., 2015. Blood traceability system for Indonesian blood supply chain. *Industrial Engineering and Service Science*, Volume 4, pp. 535-542.

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1. Bahasa Pemrograman NetLogo .....</b>	<b>60</b>
<b>Lampiran 2. Hasil <i>Running</i> Model Simulasi Skenario (PRC)(%) .....</b>	<b>75</b>
<b>Lampiran 3. Hasil <i>Running</i> Model Simulasi Skenario (TC)(%).....</b>	<b>79</b>

## Lampiran 1. Bahasa Pemrograman NetLogo

```
1  globals [ jumlah-shortage per-shortagePRC per-shortageTC stokPRC stokTC butuhPRC
2  butuhTC permintaanPRC permintaanTC penawaranPRC penawaranTC terpenuhiPRC
3  terpenuhiTC terpenuhiPRC2 terpenuhiTC2 tidakPRC tidakTC tidakPRC2 tidakTC2 tos tis
4  tas tus dailyPRC dailyTC kadalsPRC kadalsTC ]

5  breed [ pmi apmi ]

6  breed [ kantong darah ]

7  pmi-own [ role rolePRC roleTC id-number supply-PRC supply-TC demand-PRC demand-TC
8  inventory-PRC inventory-TC state expiredPRC expiredTC thresPRC thresTC ]

9  ;-----
10 ;SETUP-PROCEDURE
11 to setup
12   clear-all
13   set jumlah-shortage 0
14   create-agents
15   layout
16   set stokPRC 0 set stokTC 0 set butuhPRC 0 set butuhTC 0
17   reset-ticks
18 end
19 ;-----
20 ; turunan SETUP-PROCEDURE
21 to create-agents
22   set-default-shape pmi "circle"
23   create-pmi number-of-big-pmi [ setxy ( random-xcor * 0.9 ) ( random-ycor * 0.9 ) set role "big"
24   set size 2 ( warna ) ]
25   create-pmi number-of-medium-pmi [ setxy ( random-xcor * 0.9 ) ( random-ycor * 0.9 ) set role
26   "medium" set size 1 ( warna ) ]
27   create-pmi number-of-small-pmi [ setxy ( random-xcor * 0.9 ) ( random-ycor * 0.9 ) set role
28   "small" set size 0.5 ( warna ) ]
29   ask pmi [ let num-neighbor count pmi-on neighbors if num-neighbor > 0 [ fd 5 ] ]
30   ask pmi [ set supply-PRC 0 set supply-TC 0 set demand-PRC 0 set demand-TC 0 set inventory-
31   PRC initial-stock-PRC set inventory-TC initial-stock-TC ]
32 end
33 to warna
34   ask pmi with [ role = "big" ][ set color magenta ]
```



```

35   ask pmi with [ role = "medium" ][ set color yellow ]
36   ask pmi with [ role = "small" ][ set color green ]
37   end
38   to layout
39     let b-number 1
40     foreach sort pmi with [ role = "big" ][ check -> ask check [ set label ( word who "B-" b-number )
41     set id-number b-number set b-number b-number + 1 ] ]
42     let m-number 1
43     foreach sort pmi with [ role = "medium" ][ check -> ask check [ set label ( word who "M-" m-
44     number ) set id-number m-number set m-number m-number + 1 ] ]
45     let s-number 1
46     foreach sort pmi with [ role = "small" ][ check -> ask check [ set label ( word who "S-" s-number
47     ) set id-number s-number set s-number s-number + 1 ] ]
48   end
49   ;-----
50   ;GO-PROCEDURE
51   to go
52     tick
53     persediaan
54     penawaran
55     status
56     rubahwarna
57     cleansing
58   end
59   ;-----
60   ;turunan GO-PROCEDURE
61   to persediaan
62     ask pmi with [ role = "big" ][
63       set supply-PRC (373 + int random-float 80 - int random-float 65)
64       set supply-TC (313 + int random-float 90 - int random-float 35)
65       set permintaanPRC permintaanPRC + supply-PRC
66       set permintaanTC permintaanTC + supply-TC ]
67     ask pmi with [ role = "medium" ][

```

```

68     set supply-PRC ( 175 + int random-float 70 )
69     set supply-TC (149 + int random-float 40)
70     set permintaanPRC permintaanPRC + supply-PRC
71     set permintaanTC permintaanTC + supply-TC ]
72     ask pmi with [ role = "small" ][
73         set supply-PRC (85 + int random-float 35)
74         set supply-TC (75 + int random-float 20)
75         set permintaanPRC permintaanPRC + supply-PRC
76         set permintaanTC permintaanTC + supply-TC ]
77     end
78     to penawaran
79         ask pmi with [ role = "big" ][
80             set demand-PRC (316 + int random-float 44 - int random-float 49)
81             set demand-TC (282 + int random-float 37 - int random-float 32)
82             set penawaranPRC penawaranPRC + demand-PRC
83             set penawaranTC penawaranTC + demand-TC ]
84         ask pmi with [ role = "medium" ][
85             set demand-PRC (223 + int random-float 100)
86             set demand-TC (205 + int random-float 70)
87             set penawaranPRC penawaranPRC + demand-PRC
88             set penawaranTC penawaranTC + demand-TC ]
89         ask pmi with [ role = "small" ][
90             set demand-PRC (155 + int random-float 65)
91             set demand-TC (140 + int random-float 50)
92             set penawaranPRC penawaranPRC + demand-PRC
93             set penawaranTC penawaranTC + demand-TC ]
94         end
95         to status
96         ask pmi [
97             let hoam int random-float 69
98             if hoam >= 0 and hoam < 10 [ set expiredPRC 0.29 ]
99             if hoam >= 10 and hoam < 20 [ set expiredPRC 0.39 ]

```

```

100   if hoam >= 20 and hoam < 30 [ set expiredPRC 0.49 ]
101   if hoam >= 30 and hoam < 40 [ set expiredPRC 0.59 ]
102   if hoam >= 40 and hoam < 50 [ set expiredPRC 0.69 ]
103   if hoam >= 50 and hoam < 60 [ set expiredPRC 0.79 ]
104   if hoam >= 60 and hoam < 70 [ set expiredPRC 0.89 ]
105   let maoh 20 + int random-float 60
106   if maoh >= 20 and maoh < 25 [ set expiredTC 0.59 ]
107   if maoh >= 25 and maoh < 60 [ set expiredTC 0.69 ]
108   if maoh >= 60 and maoh < 70 [ set expiredTC 0.79 ]
109   if maoh >= 70 and maoh < 77 [ set expiredTC 0.89 ]
110   if maoh >= 77 and maoh < 80 [ set expiredTC 0.99 ]
111   let kadalPRC int ( expiredPRC * inventory-PRC )
112   set kadalsPRC kadalsPRC + kadalPRC
113   set inventory-PRC inventory-PRC - kadalPRC
114   let kadalTC int ( expiredTC * inventory-TC )
115   set kadalsTC kadalsTC + kadalTC
116   set inventory-TC inventory-TC - kadalTC
117   let pergerakan-stok-PRC ( inventory-PRC + supply-PRC - demand-PRC )
118   let state-PRC "normal-PRC"
119   ifelse pergerakan-stok-PRC >= 0 [ set inventory-PRC pergerakan-stok-PRC set state-PRC
120 "normal-PRC" set terpenuhiPRC terpenuhiPRC + demand-PRC
121   set terpenuhiPRC2 terpenuhiPRC2 + demand-PRC ]
122   [ set state-PRC "shortage-PRC" set terpenuhiPRC terpenuhiPRC + supply-PRC + inventory-
123   PRC
124   set terpenuhiPRC2 terpenuhiPRC2 + supply-PRC + inventory-PRC set tidakPRC tidakPRC +
125   abs pergerakan-stok-PRC
126   set tidakPRC2 tidakPRC2 + abs pergerakan-stok-PRC set inventory-PRC 0 ]
127   let pergerakan-stok-TC ( inventory-TC + supply-TC - demand-TC )
128   let state-TC "normal-TC"
129   ifelse pergerakan-stok-TC >= 0 [ set inventory-TC pergerakan-stok-TC set state "normal-TC"
130 set terpenuhiTC terpenuhiTC + demand-TC set terpenuhiTC2 terpenuhiTC2 + demand-TC ]
131   [ set state "shortage-TC" set terpenuhiTC terpenuhiTC + supply-TC + inventory-TC set
132   terpenuhiTC2 terpenuhiTC2 + supply-TC + inventory-TC set tidakTC tidakTC + abs pergerakan-
133   stok-TC
134   set tidakTC2 tidakTC2 + abs pergerakan-stok-TC set inventory-TC 0 ]

```

```

135     ifelse ( state-PRC = "normal-PRC" and state-TC = "normal-TC" ) [ set state "good" ][ set state
136 "shortage" ]
137 ]
138 end
139 to rubahwarna
140     ask pmi with [ state = "good" ][ warna ]
141     ask pmi with [ state = "shortage" ][ set color red ]
142     let jumlah-shortage-hari-ini ( count pmi with [ state = "shortage" ] )
143     set jumlah-shortage ( jumlah-shortage + jumlah-shortage-hari-ini )
144     set per-shortagePRC ( ( (tidakPRC + 1) / ( tidakPRC + terpenuhiPRC ) ) * 100 )
145     set per-shortageTC ( ( (tidakTC + 1) / ( tidakPRC + terpenuhiTC ) ) * 100 )
146     set dailyPRC ( ( (tidakPRC2 + 1) / ( tidakPRC2 + terpenuhiPRC2 ) ) * 100 )
147     set dailyTC ( ( (tidakTC2 + 1) / ( tidakPRC2 + terpenuhiTC2 ) ) * 100 )
148     set tidakTC2 0 set tidakPRC2 0 set terpenuhiPRC2 0 set terpenuhiTC2 0
149 end
150 to cleansing
151     ask pmi [ set tas tas + supply-PRC set tus tus + demand-PRC ]
152     set tos tas + tus
153     set tis tidakPRC + terpenuhiPRC
154     ask pmi [ set supply-PRC 0 set supply-TC 0 set demand-PRC 0 set demand-TC 0 ]
155 end
156 ;-----
157 ;GO2-PROCEDURE
158 to go2
159     tick
160     if ticks = 1 [ create-links ]
161     persediaan
162     penawaran
163     status2
164     xxx
165     rubahwarna
166     cleansing
167 end

```

```

168 ;-----
169 ;turunan GO2-PROCEDURE
170 to create-links
171   set-default-shape links "arc"
172   ask pmi [ create-links-with other pmi ]
173 end
174 to status2
175   ask pmi [
176     let hoam int random-float 69
177     if hoam >= 0 and hoam < 10 [ set expiredPRC 0.29 ]
178     if hoam >= 10 and hoam < 20 [ set expiredPRC 0.39 ]
179     if hoam >= 20 and hoam < 30 [ set expiredPRC 0.49 ]
180     if hoam >= 30 and hoam < 40 [ set expiredPRC 0.59 ]
181     if hoam >= 40 and hoam < 50 [ set expiredPRC 0.69 ]
182     if hoam >= 50 and hoam < 60 [ set expiredPRC 0.79 ]
183     if hoam >= 60 and hoam < 70 [ set expiredPRC 0.89 ]
184     let maoh 20 + int random-float 60
185     if maoh >= 20 and maoh < 25 [ set expiredTC 0.59 ]
186     if maoh >= 25 and maoh < 60 [ set expiredTC 0.69 ]
187     if maoh >= 60 and maoh < 70 [ set expiredTC 0.79 ]
188     if maoh >= 70 and maoh < 77 [ set expiredTC 0.89 ]
189     if maoh >= 77 and maoh < 80 [ set expiredTC 0.99 ]
190     let kadalPRC int ( expiredPRC * inventory-PRC )
191     set kadalsPRC kadalsPRC + kadalPRC
192     set inventory-PRC inventory-PRC - kadalPRC
193     let kadalTC int ( expiredTC * inventory-TC )
194     set kadalsTC kadalsTC + kadalTC
195     set inventory-TC inventory-TC - kadalTC
196     let pergerakan-stok-PRC ( inventory-PRC + supply-PRC - demand-PRC )
197     let state-PRC "normal-PRC"
198     ifelse pergerakan-stok-PRC >= 0 [ set inventory-PRC pergerakan-stok-PRC set state-PRC
199     "normal-PRC" set terpenuhiPRC terpenuhiPRC + demand-PRC
200     set terpenuhiPRC2 terpenuhiPRC2 + demand-PRC ]

```

```

201     [ set terpenuhiPRC terpenuhiPRC + supply-PRC + inventory-PRC set terpenuhiPRC2
202 terpenuhiPRC2 + supply-PRC + inventory-PRC set inventory-PRC 0 set state-PRC "shortage-
203 PRC"

204     set butuhPRC butuhPRC + abs pergerakan-stok-PRC set rolePRC "kurang" ]

205     let pergerakan-stok-TC ( inventory-TC + supply-TC - demand-TC )

206     let state-TC "normal-TC"

207     ifelse pergerakan-stok-TC >= 0 [ set inventory-TC pergerakan-stok-TC set state-TC "normal-
208 TC" set terpenuhiTC terpenuhiTC + demand-TC set terpenuhiTC2 terpenuhiTC2 + demand-TC ]

209     [ set terpenuhiTC terpenuhiTC + supply-TC + inventory-TC set terpenuhiTC2 terpenuhiTC2 +
210 supply-TC + inventory-TC set inventory-TC 0 set state-TC "shortage-TC"

211     set butuhTC butuhTC + abs pergerakan-stok-TC set roleTC "kurang" ]

212     ifelse ( state-PRC = "normal-PRC" and state-TC = "normal-TC" ) [ set state "good" ][ set state
213 "shortage" ]

214 ]

215 end

216 to xxx

217 ;untuk melaporkan beda antra thereshold dengan stok yang ada

218 ask pmi [ if inventory-PRC > thresholdPRC [ set stokPRC stokPRC + inventory-PRC -
219 thresholdPRC set rolePRC "lebih" set inventory-PRC thresholdPRC ]]

220 ask pmi [ if inventory-TC > thresholdTC [ set stokTC stokTC + inventory-TC - thresholdTC set
221 roleTC "lebih" set inventory-TC thresholdTC ]]

222 ask pmi [

223 let abc ( stokPRC - butuhPRC )

224 let abc2 "normal-PRC"

225 ifelse abc >= 0 [ set abc2 "normal-PRC" ] [ set abc2 "aneh" ]

226 let abc3 ( stokTC - butuhTC )

227 let abc4 "normal-TC"

228 ifelse abc3 >= 0 [ set abc4 "normal-TC" ] [ set abc4 "aneh" ]

229 if ( abc = "normal-PRC" and abc3 = "normal-TC" ) [ set state "good" ]

230 ]

231 let coba2 ( stokPRC - butuhPRC )

232 ifelse coba2 >= 0 [ set terpenuhiPRC terpenuhiPRC + butuhPRC set terpenuhiPRC2
233 terpenuhiPRC2 + butuhPRC set stokPRC coba2 set butuhPRC 0 ]

234 [ set terpenuhiPRC terpenuhiPRC + stokPRC set terpenuhiPRC2 terpenuhiPRC2 + stokPRC

235 set tidakPRC tidakPRC + abs coba2 set tidakPRC2 tidakPRC2 + abs coba2 set stokPRC 0 set
236 butuhPRC 0 ]

```

```

237   let coba3 ( stokTC - butuhTC )
238   ifelse coba3 >= 0 [ set terpenuhiTC terpenuhiTC + butuhTC set terpenuhiTC2 terpenuhiTC2 +
239   butuhTC set stokTC coba3 set butuhTC 0 ]
240   [ set terpenuhiTC terpenuhiTC + stokTC set terpenuhiTC2 terpenuhiTC2 + stokTC set tidakTC
241   tidakTC + abs coba3 set tidakTC2 tidakTC2 + abs coba3 set stokTC 0 set butuhTC 0 ]
242   end
243   ;-----
244   ;GO3-PROCEDURE
245   to go3
246     tick
247     if ticks = 1 [ create-links ]
248     persediaan
249     penawaran
250     status2
251     xxx2
252     rubahwarna
253     cleansing
254   end
255   ;-----
256   ; turunan GO3-PROCEDURE
257   to xxx2
258     let thresbigPRC 316
259     let thresbigTC 282
260     let thresmediumPRC 223
261     let thresmediumTC 205
262     let thressmallPRC 155
263     let thressmallTC 140
264     ask pmi with [ role = "big" ][ if inventory-PRC > thresbigPRC [ set stokPRC stokPRC +
265     inventory-PRC - thresbigPRC set rolePRC "lebih" set inventory-PRC thresbigPRC ]]
266     ask pmi with [ role = "big" ][ if inventory-TC > thresbigTC [ set stokTC stokTC + inventory-TC
267     - thresbigTC set roleTC "lebih" set inventory-TC thresbigTC ]]
268     ask pmi with [ role = "medium" ][ if inventory-PRC > thresmediumPRC [ set stokPRC stokPRC
269     + inventory-PRC - thresmediumPRC set rolePRC "lebih" set inventory-PRC thresmediumPRC ]]
270     ask pmi with [ role = "medium" ][ if inventory-TC > thresmediumTC [ set stokTC stokTC +
271     inventory-TC - thresmediumTC set roleTC "lebih" set inventory-TC thresmediumTC ]]

```

```

272
273     ask pmi with [ role = "small" ][ if inventory-PRC > thressmallPRC [ set stokPRC stokPRC +
274 inventory-PRC - thressmallPRC set rolePRC "lebih" set inventory-PRC thressmallPRC ]]
275     ask pmi with [ role = "small" ][ if inventory-TC > thressmallTC [ set stokTC stokTC + inventory-
276 TC - thressmallTC set roleTC "lebih" set inventory-TC thressmallTC ]]
277     ask pmi [
278     let abc ( stokPRC - butuhPRC )
279     let abc2 "normal-PRC"
280     ifelse abc >= 0 [ set abc2 "normal-PRC" ] [ set abc2 "aneh" ]
281     let abc3 ( stokTC - butuhTC )
282     let abc4 "normal-TC"
283     ifelse abc3 >= 0 [ set abc4 "normal-TC" ] [ set abc4 "aneh" ]
284     if ( abc = "normal-PRC" and abc3 = "normal-TC" ) [ set state "good" ]
285     ]
286     let coba2 ( stokPRC - butuhPRC )
287     ifelse coba2 >= 0 [ set terpenuhiPRC terpenuhiPRC + butuhPRC set terpenuhiPRC2
288 terpenuhiPRC2 + butuhPRC set stokPRC coba2 set butuhPRC 0 ]
289     [ set terpenuhiPRC terpenuhiPRC + stokPRC set terpenuhiPRC2 terpenuhiPRC2 + stokPRC
290     set tidakPRC tidakPRC + abs coba2 set tidakPRC2 tidakPRC2 + abs coba2 set stokPRC 0 set
291     butuhPRC 0 ]
292     let coba3 ( stokTC - butuhTC )
293     ifelse coba3 >= 0 [ set terpenuhiTC terpenuhiTC + butuhTC set terpenuhiTC2 terpenuhiTC2 +
294     butuhTC set stokTC coba3 set butuhTC 0 ]
295     [ set terpenuhiTC terpenuhiTC + stokTC set terpenuhiTC2 terpenuhiTC2 + stokTC set tidakTC
296     tidakTC + abs coba3 set tidakTC2 tidakTC2 + abs coba3 set stokTC 0 set butuhTC 0 ]
297     end
298     ;-----
299     ;GO4-PROCEDURE
300     to go4
301     tick
302     if ticks = 1 [ create-links ]
303     persediaan
304     penawaran
305     status2
306     xxx3

```



```

307   rubahwarna
308   cleansing
309 end
310 ;-----
311 ; turunan GO3-PROCEDURE
312 to xxx3
313   let thresbigPRC 155
314   let thresbigTC 140
315   ask pmi with [ role = "big" ][ if inventory-PRC > thresbigPRC [ set stokPRC stokPRC +
316 inventory-PRC - thresbigPRC set rolePRC "lebih" set inventory-PRC thresbigPRC ]]
317   ask pmi with [ role = "big" ][ if inventory-TC > thresbigTC [ set stokTC stokTC + inventory-TC
318 - thresbigTC set roleTC "lebih" set inventory-TC thresbigTC ]]
319   ask pmi [
320     let abc ( stokPRC - butuhPRC )
321     let abc2 "normal-PRC"
322     ifelse abc >= 0 [ set abc2 "normal-PRC" ] [ set abc2 "aneh" ]
323     let abc3 ( stokTC - butuhTC )
324     let abc4 "normal-TC"
325     ifelse abc3 >= 0 [ set abc4 "normal-TC" ] [ set abc4 "aneh" ]
326     if ( abc = "normal-PRC" and abc3 = "normal-TC" ) [ set state "good" ]
327     ]
328     let coba2 ( stokPRC - butuhPRC )
329     ifelse coba2 >= 0 [ set terpenuhiPRC terpenuhiPRC + butuhPRC set terpenuhiPRC2
330 terpenuhiPRC2 + butuhPRC set stokPRC coba2 set butuhPRC 0 ]
331     [ set terpenuhiPRC terpenuhiPRC + stokPRC set terpenuhiPRC2 terpenuhiPRC2 + stokPRC
332     set tidakPRC tidakPRC + abs coba2 set tidakPRC2 tidakPRC2 + abs coba2 set stokPRC 0 set
333     butuhPRC 0 ]
334     let coba3 ( stokTC - butuhTC )
335     ifelse coba3 >= 0 [ set terpenuhiTC terpenuhiTC + butuhTC set terpenuhiTC2 terpenuhiTC2 +
336     butuhTC set stokTC coba3 set butuhTC 0 ]
337     [ set terpenuhiTC terpenuhiTC + stokTC set terpenuhiTC2 terpenuhiTC2 + stokTC set tidakTC
338     tidakTC + abs coba3 set tidakTC2 tidakTC2 + abs coba3 set stokTC 0 set butuhTC 0 ]
339   end
340 ;-----
341 ;GO5-PROCEDURE

```

```

342 to go5
343 tick
344 if ticks = 1 [ create-links ]
345 persediaan
346 penawaran
347 status2
348 xxx4
349 rubahwarna
350 cleansing
351 end
352 ;-----
353 ;turunan GO5-PROCEDURE
354 to xxx4
355 let thresbigPRC 241
356 let thresbigTC 253
357 let thresmediumPRC 241
358 let thresmediumTC 253
359 let thressmallPRC 241
360 let thressmallTC 253
361 ask pmi with [ role = "big" ][ if inventory-PRC > thresbigPRC [ set stokPRC stokPRC +
362 inventory-PRC - thresbigPRC set rolePRC "lebih" set inventory-PRC thresbigPRC ]]
363 ask pmi with [ role = "big" ][ if inventory-TC > thresbigTC [ set stokTC stokTC + inventory-TC
364 - thresbigTC set roleTC "lebih" set inventory-TC thresbigTC ]]
365 ask pmi with [ role = "medium" ][ if inventory-PRC > thresmediumPRC [ set stokPRC stokPRC
366 + inventory-PRC - thresmediumPRC set rolePRC "lebih" set inventory-PRC thresmediumPRC ]]
367 ask pmi with [ role = "medium" ][ if inventory-TC > thresmediumTC [ set stokTC stokTC +
368 inventory-TC - thresmediumTC set roleTC "lebih" set inventory-TC thresmediumTC ]]
369 ask pmi with [ role = "small" ][ if inventory-PRC > thressmallPRC [ set stokPRC stokPRC +
370 inventory-PRC - thressmallPRC set rolePRC "lebih" set inventory-PRC thressmallPRC ]]
371 ask pmi with [ role = "small" ][ if inventory-TC > thressmallTC [ set stokTC stokTC + inventory-
372 TC - thressmallTC set roleTC "lebih" set inventory-TC thressmallTC ]]
373 ask pmi [
374 let abc ( stokPRC - butuhPRC )
375 let abc2 "normal-PRC"
376 ifelse abc >= 0 [ set abc2 "normal-PRC" ] [ set abc2 "aneh" ]

```

```

377   let abc3 ( stokTC - butuhTC )
378   let abc4 "normal-TC"
379   ifelse abc3 >= 0 [ set abc4 "normal-TC" ] [ set abc4 "aneh" ]
380   if ( abc = "normal-PRC" and abc3 = "normal-TC" ) [ set state "good" ]
381   ]
382   let coba2 ( stokPRC - butuhPRC )
383   ifelse coba2 >= 0 [ set terpenuhiPRC terpenuhiPRC + butuhPRC set terpenuhiPRC2
384   terpenuhiPRC2 + butuhPRC set stokPRC coba2 set butuhPRC 0 ]
385   [ set terpenuhiPRC terpenuhiPRC + stokPRC set terpenuhiPRC2 terpenuhiPRC2 + stokPRC
386   set tidakPRC tidakPRC + abs coba2 set tidakPRC2 tidakPRC2 + abs coba2 set stokPRC 0 set
387   butuhPRC 0 ]
388   let coba3 ( stokTC - butuhTC )
389   ifelse coba3 >= 0 [ set terpenuhiTC terpenuhiTC + butuhTC set terpenuhiTC2 terpenuhiTC2 +
390   butuhTC set stokTC coba3 set butuhTC 0 ]
391   [ set terpenuhiTC terpenuhiTC + stokTC set terpenuhiTC2 terpenuhiTC2 + stokTC set tidakTC
392   tidakTC + abs coba3 set tidakTC2 tidakTC2 + abs coba3 set stokTC 0 set butuhTC 0 ]
393   end
394   ;-----
395   ;GO6-PROCEDURE
396   to go6
397   tick
398   if ticks = 1 [ create-links ]
399   persediaan
400   penawaran
401   status2
402   xxx5
403   rubahwarna
404   cleansing
405   end
406   ;-----
407   ;turunan GO6-PROCEDURE
408   to xxx5
409   let thresbigPRC 373
410   let thresbigTC 313

```

```

411 let thresmediumPRC 175
412 let thresmediumTC 149
413 let thressmallPRC 85
414 let thressmallTC 75
415 ask pmi with [ role = "big" ][ if inventory-PRC > thresbigPRC [ set stokPRC stokPRC +
416 inventory-PRC - thresbigPRC set rolePRC "lebih" set inventory-PRC thresbigPRC ]]
417 ask pmi with [ role = "big" ][ if inventory-TC > thresbigTC [ set stokTC stokTC + inventory-TC
418 - thresbigTC set roleTC "lebih" set inventory-TC thresbigTC ]]
419 ask pmi with [ role = "medium" ][ if inventory-PRC > thresmediumPRC [ set stokPRC stokPRC
420 + inventory-PRC - thresmediumPRC set rolePRC "lebih" set inventory-PRC thresmediumPRC ]]
421 ask pmi with [ role = "medium" ][ if inventory-TC > thresmediumTC [ set stokTC stokTC +
422 inventory-TC - thresmediumTC set roleTC "lebih" set inventory-TC thresmediumTC ]]
423 ask pmi with [ role = "small" ][ if inventory-PRC > thressmallPRC [ set stokPRC stokPRC +
424 inventory-PRC - thressmallPRC set rolePRC "lebih" set inventory-PRC thressmallPRC ]]
425 ask pmi with [ role = "small" ][ if inventory-TC > thressmallTC [ set stokTC stokTC + inventory-
426 TC - thressmallTC set roleTC "lebih" set inventory-TC thressmallTC ]]
427 ask pmi [
428 let abc ( stokPRC - butuhPRC )
429 let abc2 "normal-PRC"
430 ifelse abc >= 0 [ set abc2 "normal-PRC" ] [ set abc2 "aneh" ]
431 let abc3 ( stokTC - butuhTC )
432 let abc4 "normal-TC"
433 ifelse abc3 >= 0 [ set abc4 "normal-TC" ] [ set abc4 "aneh" ]
434 if ( abc = "normal-PRC" and abc3 = "normal-TC" ) [ set state "good" ]
435 ]
436 let coba2 ( stokPRC - butuhPRC )
437 ifelse coba2 >= 0 [ set terpenuhiPRC terpenuhiPRC + butuhPRC set terpenuhiPRC2
438 terpenuhiPRC2 + butuhPRC set stokPRC coba2 set butuhPRC 0 ]
439 [ set terpenuhiPRC terpenuhiPRC + stokPRC set terpenuhiPRC2 terpenuhiPRC2 + stokPRC
440 set tidakPRC tidakPRC + abs coba2 set tidakPRC2 tidakPRC2 + abs coba2 set stokPRC 0 set
441 butuhPRC 0 ]
442 let coba3 ( stokTC - butuhTC )
443 ifelse coba3 >= 0 [ set terpenuhiTC terpenuhiTC + butuhTC set terpenuhiTC2 terpenuhiTC2 +
444 butuhTC set stokTC coba3 set butuhTC 0 ]
445 [ set terpenuhiTC terpenuhiTC + stokTC set terpenuhiTC2 terpenuhiTC2 + stokTC set tidakTC
446 tidakTC + abs coba3 set tidakTC2 tidakTC2 + abs coba3 set stokTC 0 set butuhTC 0 ]

```

```

447 end
448 ;-----
449 ;GO6-PROCEDURE
450 to go7
451 tick
452 if ticks = 1 [ create-links ]
453 persediaan
454 penawaran
455 status2
456 xxx6
457 rubahwarna
458 cleansing
459 end
460 ;-----
461 -----
462 ;turunan GO6-PROCEDURE
463 to xxx6
464 let thresbigPRC 85
465 let thresbigTC 75
466 ask pmi with [ role = "big" ][ if inventory-PRC > thresbigPRC [ set stokPRC stokPRC +
467 inventory-PRC - thresbigPRC set rolePRC "lebih" set inventory-PRC thresbigPRC ]]
468 ask pmi with [ role = "big" ][ if inventory-TC > thresbigTC [ set stokTC stokTC + inventory-TC
469 - thresbigTC set roleTC "lebih" set inventory-TC thresbigTC ]]
470 ask pmi [
471 let abc ( stokPRC - butuhPRC )
472 let abc2 "normal-PRC"
473 ifelse abc >= 0 [ set abc2 "normal-PRC" ] [ set abc2 "aneh" ]
474 let abc3 ( stokTC - butuhTC )
475 let abc4 "normal-TC"
476 ifelse abc3 >= 0 [ set abc4 "normal-TC" ] [ set abc4 "aneh" ]
477 if ( abc = "normal-PRC" and abc3 = "normal-TC" ) [ set state "good" ]
478 ]
479

```

```

480   let coba2 ( stokPRC - butuhPRC )
481   ifelse coba2 >= 0 [ set terpenuhiPRC terpenuhiPRC + butuhPRC set terpenuhiPRC2
482   terpenuhiPRC2 + butuhPRC set stokPRC coba2 set butuhPRC 0 ]
483   [ set terpenuhiPRC terpenuhiPRC + stokPRC set terpenuhiPRC2 terpenuhiPRC2 + stokPRC
484   set tidakPRC tidakPRC + abs coba2 set tidakPRC2 tidakPRC2 + abs coba2 set stokPRC 0 set
485   butuhPRC 0 ]
486   let coba3 ( stokTC - butuhTC )
487   ifelse coba3 >= 0 [ set terpenuhiTC terpenuhiTC + butuhTC set terpenuhiTC2 terpenuhiTC2 +
488   butuhTC set stokTC coba3 set butuhTC 0 ]
489   [ set terpenuhiTC terpenuhiTC + stokTC set terpenuhiTC2 terpenuhiTC2 + stokTC set tidakTC
490   tidakTC + abs coba3 set tidakTC2 tidakTC2 + abs coba3 set stokTC 0 set butuhTC 0 ]
491   end

```

**Lampiran 2. Hasil *Running Model Simulasi Skenario (PRC)(%)***

<b>Repetisi</b>	<b>Skenario 1</b>	<b>Skenario 2</b>	<b>Skenario 3</b>	<b>Skenario 4</b>	<b>Skenario 5</b>	<b>Skenario 6</b>	<b>Skenario 7</b>
1	29,049471	28,901348	29,0901	28,265605	28,652173	28,071488	27,672169
2	29,024532	29,036616	29,118697	28,14675	28,723992	28,738222	27,265117
3	28,898402	29,006993	28,901115	28,825542	28,576321	28,795707	27,564788
4	28,894297	28,900385	28,987459	28,375163	28,55377	28,501696	27,132207
5	28,933542	28,93311	28,948496	28,467886	28,870826	28,365754	27,671495
6	29,028151	28,891316	29,026048	28,390384	28,387768	28,436019	27,398736
7	29,102979	29,101683	29,096211	28,392363	28,889097	28,56868	27,358811
8	29,135915	28,991012	28,935648	28,496414	28,770252	28,287883	27,698366
9	28,886402	29,13526	29,134825	28,611695	28,789158	28,631019	27,765378
10	29,100898	29,089535	28,884085	28,603783	28,232704	28,865205	27,214443
11	29,123127	28,945202	28,940267	28,791057	28,526694	28,362702	27,447542
12	28,928853	28,889545	29,073802	28,53194	28,115377	28,78808	27,824065
13	29,060451	28,902059	29,190505	28,297806	28,762049	28,592464	27,075679
14	28,950885	29,068884	29,084187	28,712801	28,728604	28,412724	27,197093
15	29,010777	29,023328	29,018075	28,150715	28,507967	28,382563	27,121086
16	29,065766	28,953376	28,947209	28,553992	28,209743	28,340037	27,463652
17	29,050994	29,135827	29,038046	28,599633	28,29281	28,303212	27,750732
18	28,952269	29,092992	29,161416	28,854055	28,449641	28,714306	27,617369
19	28,942456	29,072728	28,934773	28,82608	28,180699	28,602514	27,664882
20	29,076204	29,153145	29,181466	28,615287	28,629684	28,097553	27,07876
21	28,976239	28,928136	29,07024	28,588755	28,108192	28,79417	27,331024

<b>Repetisi</b>	<b>Skenario 1</b>	<b>Skenario 2</b>	<b>Skenario 3</b>	<b>Skenario 4</b>	<b>Skenario 5</b>	<b>Skenario 6</b>	<b>Skenario 7</b>
22	29,055971	28,978806	29,17537	28,743418	28,581666	28,531342	27,110919
23	29,117533	29,064756	29,08204	28,722491	28,890746	28,268811	27,360406
24	28,974976	28,899491	28,923604	28,375559	28,318677	28,493528	27,637019
25	28,881028	29,0763	28,903832	28,871224	28,140214	28,822799	27,473072
26	29,054511	28,919331	29,05274	28,277055	28,637543	28,174868	27,820919
27	28,996033	29,052957	29,102006	28,310178	28,533167	28,804922	27,642443
28	29,12054	29,020794	29,125459	28,203848	28,664744	28,801451	27,423559
29	29,054648	29,099729	28,972681	28,16887	28,544945	28,286975	27,89795
30	28,970306	28,885138	29,01158	28,40149	28,769831	28,08939	27,665884
31	29,042479	28,955947	29,022386	28,091956	28,449263	28,672811	27,160089
32	29,095001	29,130683	29,184238	28,62809	28,559483	28,237376	27,530671
33	28,892781	28,966784	29,082765	28,727907	28,664143	28,659024	27,095462
34	29,069375	28,957574	29,020337	28,333646	28,443956	28,572904	27,252695
35	28,950737	29,19953	28,993172	28,597481	28,28251	28,074639	27,725032
36	28,948963	29,167684	29,146778	28,694912	28,86966	28,87574	27,646476
37	29,095249	28,89233	29,063707	28,53714	28,858284	28,55128	27,78419
38	28,896565	28,929806	29,01422	28,825153	28,31137	28,236017	27,506413
39	28,906629	29,122751	28,884915	28,411952	28,105334	28,318803	27,707207
40	28,920039	29,06115	28,897753	28,58815	28,321454	28,872827	27,574057
41	28,938388	29,152646	28,925592	28,674279	28,107016	28,880998	27,470388
42	29,044003	28,990188	28,962121	28,808314	28,781796	28,438362	27,428443
43	29,02292	29,048108	28,896719	28,557692	28,352998	28,664363	27,630511



<b>Repetisi</b>	<b>Skenario 1</b>	<b>Skenario 2</b>	<b>Skenario 3</b>	<b>Skenario 4</b>	<b>Skenario 5</b>	<b>Skenario 6</b>	<b>Skenario 7</b>
44	28,913754	29,186419	29,038745	28,698326	28,442663	28,62201	27,881811
45	29,027638	29,082269	29,091018	28,468961	28,783245	28,875337	27,720645
46	28,984757	29,106919	29,191665	28,588807	28,49089	28,605064	27,084734
47	28,930297	29,099354	28,916063	28,252036	28,133873	28,265723	27,433825
48	28,991721	29,160864	29,091022	28,410823	28,54562	28,674268	27,851149
49	28,963285	28,969282	28,911764	28,647493	28,166003	28,532202	27,890579
50	29,073759	29,059097	28,993773	28,446883	28,629417	28,89622	27,207286
51	28,962598	29,058956	29,036715	28,09927	28,285228	28,764137	27,394477
52	29,052265	28,94272	29,085938	28,422009	28,165525	28,87435	27,682961
53	29,025838	29,072853	29,187579	28,689912	28,122517	28,639799	27,474536
54	28,950888	28,958282	29,164871	28,833132	28,686719	28,45961	27,555141
55	29,104722	28,946829	28,93484	28,178405	28,433253	28,228573	27,6694
56	28,915528	28,887942	28,894518	28,264548	28,591232	28,690733	27,627228
57	28,963415	29,154723	29,165129	28,116485	28,182271	28,124208	27,184353
58	29,006873	28,923857	28,873121	28,362385	28,801373	28,408984	27,76209
59	29,028182	29,081222	28,888452	28,842646	28,331152	28,505005	27,87068
60	29,134266	29,124881	28,916284	28,422859	28,610665	28,117035	27,714597
61	29,133889	28,992217	28,917312	28,761853	28,625486	28,776372	27,463149
62	28,93803	29,074672	29,048149	28,570189	28,834632	28,078253	27,567802
63	28,914753	28,997487	28,923879	28,598666	28,360741	28,31492	27,203903
64	28,89812	29,127942	29,004098	28,722775	28,348594	28,228117	27,343696
65	28,901618	29,076404	29,023055	28,859544	28,125273	28,783752	27,335196

<b>Repetisi</b>	<b>Skenario 1</b>	<b>Skenario 2</b>	<b>Skenario 3</b>	<b>Skenario 4</b>	<b>Skenario 5</b>	<b>Skenario 6</b>	<b>Skenario 7</b>
66	28,963137	28,959679	29,144229	28,501619	28,120868	28,194732	27,455657
67	28,976698	29,079061	28,916625	28,800012	28,496627	28,249771	27,716037
68	29,030529	28,998707	28,991527	28,625417	28,569682	28,860573	27,87323
69	28,979646	28,92845	29,145405	28,203652	28,821231	28,187725	27,844516
70	29,035805	29,132632	29,17009	28,364927	28,875775	28,61314	27,475819
71	28,933911	29,10345	28,992785	28,215818	28,098904	28,739917	27,091389
72	28,901949	29,081915	29,017148	28,311414	28,206448	28,35539	27,288138
73	29,008685	28,970705	29,03336	28,205219	28,131232	28,333571	27,12341
74	29,044385	29,151792	28,925519	28,6665	28,196995	28,300181	27,391864
75	28,985177	28,887885	28,935655	28,138807	28,856571	28,873194	27,741184
76	29,140557	28,977194	28,910477	28,838908	28,419587	28,204991	27,385738
77	29,118481	29,05396	28,933578	28,724721	28,259451	28,684211	27,453446
78	29,060557	29,171854	29,162318	28,758841	28,247344	28,515486	27,79496
79	28,941707	28,990544	29,041916	28,274063	28,381085	28,271298	27,728425
80	29,072297	28,967772	29,195001	28,078976	28,555982	28,600722	27,5093
81	29,118327	29,01401	28,898352	28,448814	28,585328	28,836221	27,874376
82	29,088391	28,902868	29,182394	28,763617	28,419907	28,498222	27,383893
83	28,902113	28,964122	29,003181	28,299772	28,607267	28,762723	27,627529
84	29,011283	28,914889	29,03034	28,796617	28,453739	28,852627	27,252197
85	28,989981	28,914787	28,895537	28,459952	28,658634	28,813491	27,836595
86	28,919159	28,907044	29,054452	28,154324	28,442933	28,191395	27,836777
87	29,008661	28,88837	29,123648	28,283767	28,146553	28,747243	27,319242

Repetisi	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4	Skenario 5	Skenario 6	Skenario 7
88	28,920203	28,89206	29,053552	28,66009	28,660616	28,621292	27,23414
89	29,050183	29,177178	29,073921	28,463695	28,417893	28,19666	27,559672
90	29,128743	28,871856	29,054595	28,528951	28,606768	28,89614	27,167657
91	29,124355	28,880055	28,924807	28,306701	28,586952	28,78578	27,119048
92	28,966551	29,063996	28,935513	28,333843	28,457964	28,577393	27,321011
93	28,899291	29,028968	29,078586	28,407077	28,355698	28,70228	27,887172
94	29,104763	29,059956	29,129581	28,08483	28,657169	28,509152	27,432637
95	28,903889	29,07661	28,878224	28,478107	28,477414	28,120107	27,700969
96	29,043348	29,113232	29,037872	28,241467	28,673486	28,866739	27,8984
97	28,997079	28,88719	29,062709	28,592521	28,752695	28,858935	27,810469
98	28,969685	29,109569	29,175035	28,458746	28,767369	28,392299	27,85397
99	28,990636	29,145093	29,004662	28,712179	28,628485	28,17069	27,460824
100	28,901349	28,870092	28,872781	28,664267	28,20037	28,627948	27,131732

**Lampiran 3. Hasil *Running Model Simulasi Skenario (TC)(%)***

Repetisi	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4	Skenario 5	Skenario 6	Skenario 7
1	32,190814	32,38895	32,334383	32,417695	32,516414	32,347724	31,119489
2	32,115901	32,410063	32,324756	32,517155	32,291223	32,550274	31,217904
3	32,361159	32,443167	32,528982	32,495859	32,22523	32,431944	31,502577
4	32,096317	32,501313	32,539815	32,395894	32,503218	32,273247	31,327079

<b>Repetisi</b>	<b>Skenario 1</b>	<b>Skenario 2</b>	<b>Skenario 3</b>	<b>Skenario 4</b>	<b>Skenario 5</b>	<b>Skenario 6</b>	<b>Skenario 7</b>
5	32,361245	32,436633	32,374009	32,575662	32,089479	32,154054	31,292412
6	32,254802	32,449761	32,308671	32,493946	32,125893	32,147518	31,250299
7	32,16946	32,397582	32,343429	32,471057	32,388875	32,406236	31,104437
8	32,466838	32,52807	32,397521	32,358979	32,194481	32,169499	31,076929
9	32,420778	32,395731	32,315575	32,57557	32,382978	32,572935	31,399403
10	32,231213	32,354495	32,552339	32,5781	32,259902	32,179366	31,26225
11	32,174161	32,319103	32,517452	32,479112	32,266272	32,163453	30,990375
12	32,271933	32,485079	32,434733	32,540846	32,24843	32,383757	31,069663
13	32,238292	32,287261	32,471683	32,469624	32,171232	32,204187	31,324959
14	32,429266	32,554266	32,292677	32,481238	32,524781	32,197606	31,065743
15	32,35993	32,524256	32,555489	32,412266	32,474785	32,200841	31,451553
16	32,424163	32,499606	32,403169	32,329623	32,193566	32,522565	31,160538
17	32,447057	32,542935	32,397704	32,529756	32,304793	32,556708	31,465494
18	32,310656	32,323645	32,313427	32,412974	32,194521	32,382153	31,185572
19	32,357445	32,315577	32,469852	32,436622	32,506987	32,267899	31,385995
20	32,424523	32,386432	32,430062	32,341224	32,287878	32,377561	31,308084
21	32,488719	32,543923	32,470471	32,352975	32,33793	32,234726	31,564561
22	32,129124	32,334755	32,373714	32,539378	32,418243	32,380164	31,518203
23	32,31444	32,499146	32,517862	32,418647	32,276084	32,553378	31,004746
24	32,223144	32,464744	32,494705	32,507745	32,462603	32,277426	31,34347
25	32,223015	32,576865	32,477544	32,320037	32,157999	32,272809	31,539328
26	32,382096	32,354838	32,454355	32,524778	32,512366	32,287443	31,426245

<b>Repetisi</b>	<b>Skenario 1</b>	<b>Skenario 2</b>	<b>Skenario 3</b>	<b>Skenario 4</b>	<b>Skenario 5</b>	<b>Skenario 6</b>	<b>Skenario 7</b>
27	32,407704	32,301244	32,463326	32,477833	32,164149	32,090783	31,00798
28	32,449559	32,401903	32,452811	32,500056	32,104366	32,09817	31,147799
29	32,252043	32,564622	32,435648	32,542534	32,541248	32,217501	31,192903
30	32,4707	32,467473	32,546013	32,307289	32,31101	32,118554	31,575765
31	32,222472	32,34435	32,565877	32,314331	32,147923	32,371812	31,544573
32	32,27715	32,517732	32,557532	32,572319	32,385058	32,555082	31,500437
33	32,248099	32,390656	32,574725	32,354129	32,507574	32,517118	31,012988
34	32,104521	32,326779	32,333631	32,562936	32,139754	32,290207	31,168247
35	32,302698	32,519947	32,460845	32,560667	32,53981	32,572492	31,370514
36	32,131521	32,296583	32,487179	32,376597	32,144143	32,534848	31,054696
37	32,326661	32,386609	32,330272	32,347917	32,355618	32,236444	31,337626
38	32,170643	32,335567	32,530927	32,510331	32,319494	32,184945	31,268131
39	32,347962	32,559561	32,397874	32,335741	32,483409	32,337317	31,047839
40	32,421053	32,42591	32,298059	32,378995	32,552167	32,135468	31,56881
41	32,230646	32,37556	32,565589	32,566203	32,10562	32,197629	31,375327
42	32,443866	32,496078	32,462503	32,374409	32,507629	32,386671	31,161819
43	32,356693	32,522574	32,555484	32,374388	32,3369	32,487866	31,211562
44	32,102114	32,36074	32,397614	32,318431	32,203555	32,501666	31,140561
45	32,292046	32,453292	32,475217	32,400298	32,527911	32,452542	31,077043
46	32,303342	32,559655	32,314923	32,412226	32,382981	32,468664	31,146095
47	32,361178	32,493061	32,343721	32,500987	32,556506	32,493778	31,022148
48	32,123931	32,512691	32,422984	32,359699	32,572727	32,232203	31,35857

<b>Repetisi</b>	<b>Skenario 1</b>	<b>Skenario 2</b>	<b>Skenario 3</b>	<b>Skenario 4</b>	<b>Skenario 5</b>	<b>Skenario 6</b>	<b>Skenario 7</b>
49	32,241206	32,481011	32,383169	32,551866	32,206676	32,567795	31,498369
50	32,241894	32,449728	32,544562	32,429436	32,560911	32,110036	31,184189
51	32,145665	32,564632	32,409461	32,551685	32,405921	32,116575	31,217724
52	32,412267	32,56739	32,537918	32,559639	32,482405	32,513309	31,208312
53	32,121303	32,367813	32,44	32,528507	32,572973	32,212871	31,09494
54	32,148089	32,425968	32,45412	32,381504	32,104251	32,471373	31,20329
55	32,382212	32,319079	32,427519	32,482601	32,488259	32,462659	31,179509
56	32,3746	32,393656	32,38044	32,39996	32,271144	32,323113	31,456626
57	32,275698	32,441921	32,50229	32,557392	32,111899	32,303093	31,484179
58	32,166952	32,473626	32,486723	32,465383	32,543768	32,102979	31,198529
59	32,425037	32,411673	32,548562	32,457097	32,18089	32,090816	31,572458
60	32,315766	32,331972	32,519951	32,419604	32,425057	32,422344	31,2399
61	32,110504	32,501065	32,306366	32,481156	32,527286	32,478639	31,405868
62	32,328483	32,573426	32,31548	32,522739	32,373516	32,107074	31,08497
63	32,390338	32,372748	32,538255	32,375782	32,261046	32,096629	31,430288
64	32,318523	32,498895	32,422348	32,525742	32,258082	32,1343	31,436505
65	32,121206	32,428891	32,533666	32,397383	32,504244	32,548054	31,462707
66	32,114936	32,366148	32,49646	32,406148	32,456132	32,194932	31,098651
67	32,139911	32,291826	32,577624	32,317254	32,489354	32,156453	31,489259
68	32,431552	32,421739	32,566975	32,467095	32,190584	32,465315	31,57007
69	32,324363	32,292267	32,571056	32,402799	32,137862	32,351355	31,470577
70	32,385069	32,539466	32,49333	32,45806	32,161526	32,379161	31,110339

<b>Repetisi</b>	<b>Skenario 1</b>	<b>Skenario 2</b>	<b>Skenario 3</b>	<b>Skenario 4</b>	<b>Skenario 5</b>	<b>Skenario 6</b>	<b>Skenario 7</b>
71	32,250222	32,382314	32,392853	32,321772	32,177461	32,151072	31,387252
72	32,449016	32,518381	32,293097	32,536734	32,146931	32,504053	31,335026
73	32,164972	32,485071	32,501269	32,575967	32,294238	32,133762	31,157164
74	32,490179	32,525992	32,401714	32,49969	32,432979	32,257754	31,08803
75	32,213165	32,576897	32,43504	32,557188	32,324917	32,233668	31,419094
76	32,425702	32,304611	32,364646	32,46469	32,126698	32,458397	31,218334
77	32,240542	32,529522	32,577648	32,327829	32,321968	32,454952	31,059701
78	32,114456	32,393081	32,398408	32,413641	32,172302	32,137571	30,988282
79	32,101409	32,529419	32,288768	32,324589	32,524565	32,335704	31,365185
80	32,220856	32,532528	32,512977	32,506939	32,456731	32,134401	31,000703
81	32,139749	32,333918	32,422037	32,524707	32,278381	32,50988	31,297224
82	32,312408	32,336673	32,363408	32,328197	32,520507	32,279771	31,060528
83	32,159511	32,337587	32,463188	32,480813	32,15385	32,53321	31,344048
84	32,418947	32,535781	32,363851	32,480991	32,341889	32,488203	31,431169
85	32,400032	32,453465	32,392504	32,446781	32,386842	32,463307	31,346125
86	32,256828	32,528872	32,460666	32,495373	32,567749	32,113803	31,45829
87	32,178944	32,445572	32,288064	32,448765	32,517329	32,220683	31,496227
88	32,109152	32,288276	32,401741	32,28427	32,32302	32,176369	31,140117
89	32,45273	32,308577	32,38165	32,563129	32,278905	32,569952	31,531758
90	32,438054	32,4666	32,310849	32,357034	32,562252	32,45109	31,493335
91	32,301884	32,417063	32,553873	32,406503	32,291914	32,112761	31,285642
92	32,209629	32,372941	32,472022	32,353061	32,325676	32,573838	31,095878

<b>Repetisi</b>	<b>Skenario 1</b>	<b>Skenario 2</b>	<b>Skenario 3</b>	<b>Skenario 4</b>	<b>Skenario 5</b>	<b>Skenario 6</b>	<b>Skenario 7</b>
93	32,245472	32,377766	32,347176	32,52429	32,278815	32,362878	31,053297
94	32,201896	32,332836	32,321151	32,540654	32,301813	32,302156	31,219383
95	32,319207	32,394301	32,296472	32,503179	32,364512	32,245333	31,06185
96	32,22428	32,490246	32,481423	32,544062	32,123784	32,544804	31,563403
97	32,13951	32,378658	32,46169	32,466746	32,356011	32,492906	31,102886
98	32,174864	32,426651	32,422363	32,370917	32,364549	32,122299	31,09236
99	32,254863	32,396451	32,495973	32,314375	32,525961	32,284757	31,383043
100	32,193858	32,300382	32,402195	32,493345	32,48012	32,562499	31,308133



## BIOGRAFI PENULIS



Penulis lahir di Padang pada tanggal 25 Januari 1997 dengan nama lengkap Muhammad Tareq Aziz Munzir Busnia atau biasa dipanggil Tareq. Penulis merupakan anak kedua dari 3 bersaudara. Penulis menempuh pendidikan formal di SD DEK Padang, SMP N 1 Padang, dan SMA N 1 Padang Panjang. Penulis kemudian pada tahun 2013 diterima sebagai mahasiswa di Departemen Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama masa perkuliahan penulis juga aktif dalam kegiatan organisasi mahasiswa di Departemen Teknik Industri, yaitu sebagai staf Departemen Keprofesian & Keilmiahan (Profkil) di Himpunan Mahasiswa Teknik Industri (HMTI) kepengurusan 14/15 dan Kepala Departemen PROFKIL HMTI 15/16. Selain itu penulis juga aktif dalam mengikuti kepanitiaan yang diadakan oleh ormawa yang ada di dalam maupun luar lingkungan departemen, seperti menjadi *steering committee* SISTEM 2014, *instructor committee* SISTEM 2015, *organizing committee* Industrial Challenge (INCHALL) 2014 & 2015. Penulis pernah mengikuti beberapa pelatihan, yakni LKMM PRA-TD, pelatihan *software* seperti AutoCAD, Fusion 360, Arena, NetLogo, dan lainnya. Penulis berkesempatan melaksanakan kegiatan Kerja Praktek di JOB Pertamina-Medco E&P Tomori Sulawesi pada bulan Januari 2017. Untuk informasi lebih lanjut mengenai hasil penelitian Tugas Akhir, penulis dapat dihubungi melalui alamat *e-mail* tareqamb@gmail.com.

