



TESIS-KS142501

**ANALISIS PENGARUH VARIASI PRODUK DAN
KOMPLEKSITAS RANTAI PASOK TERHADAP
TINGKAT KEBUTUHAN TEKNOLOGI INFORMASI
DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN
PEMODELAN DAN SIMULASI BERBASIS AGEN**

ESTU RIZKY HUDDINIAH

NRP. 05211650010019

DOSEN PEMBIMBING

MAHENDRAWATHI ER, S. T., M. Sc., Ph. D

NIP. 197610112006042001

PROGRAM MAGISTER

DEPARTEMEN SISTEM INFORMASI

FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2018



THESIS-KS142501

**AN IMPACT ANALYSIS OF PRODUCT VARIETY
AND SUPPLY CHAIN COMPLEXITY TO THE NEED
LEVEL OF INFORMATION TECHNOLOGY USING
AGENT-BASED MODELLING AND SIMULATION**

ESTU RIZKY HUDDINIAH

NRP. 05211650010019

SUPERVISOR

MAHENDRAWATHI ER, S. T., M. Sc., Ph. D

NIP. 197610112006042001

MAGISTER PROGRAM

DEPARTMENT OF INFORMATION SYSTEMS

FAKULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY AND COMMUNICATION

INSTITUTE OF TECHNOLOGY SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2018

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Komputer (M. Kom)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

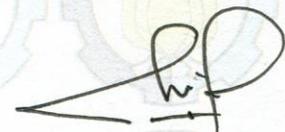
Estu Rizky Huddiniah
NRP. 05211650010019

Tanggal Ujian : 12 Juli 2018

Periode Wisuda : September 2018

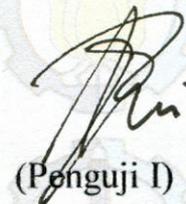
Disetujui Oleh:

Mahendrawathi ER, S. T., M. Sc., Ph. D
NIP. 19761011 200604 2 001



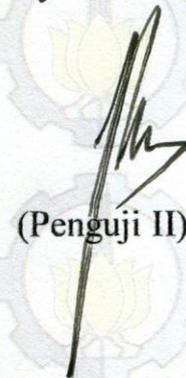
(Pembimbing I)

Erma Suryani, S. T., M. T., Ph. D
NIP. 19700427 200501 2 001



(Penguji I)

Dr. Eng. Febriliyan Samopa, S. Kom., M. Kom.
NIP. 19730219 199802 1 001



(Penguji II)

Dekan

Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi,



Dr. Agus Zainal Arifin, S. Kom., M. Kom
NIP. 19720809 199512 1 001

Halaman ini sengaja dikosongkan

ANALISIS PENGARUH VARIASI PRODUK DAN KOMPLEKSITAS RANTAI PASOK TERHADAP TINGKAT KEBUTUHAN TEKNOLOGI INFORMASI DENGAN MENGUNAKAN PENDEKATAN PEMODELAN DAN SIMULASI BERBASIS AGEN

Nama Mahasiswa : ESTU RIZKY HUDDINIAH
NRP : 05211650010019
Dosen Pembimbing : MAHENDRAWATHI ER, S. T., M. Sc., Ph. D

ABSTRAK

Strategi peningkatan variasi produk dianggap sebagai strategi menjanjikan yang dapat membantu perusahaan dalam mencapai *market share* yang lebih menguntungkan. Namun, tak selamanya strategi tersebut mendatangkan keuntungan bagi perusahaan, disisi lain perusahaan yang memutuskan untuk menambah variasi produk harus siap dihadapkan dengan semakin kompleksnya entitas bisnis yang terlibat dalam proses pertukaran arus produk/ layanan, material dan informasi antar *supply chain*. Seiring dengan derasnya arus pertukaran material dan informasi pada rantai pasok, teknologi informasi dipilih sebagai solusi paling efektif dalam membantu perusahaan mengatasi berbagai permasalahan rantai pasok. Tetapi, banyak perusahaan kurang memahami akan pentingnya melakukan penyelarasan terhadap tingkat kebutuhan teknologi informasi dengan kondisi kompleksitas rantai pasok perusahaan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji lebih dalam baik secara teoritis dan praktis mengenai keterkaitan variasi produk, kompleksitas rantai pasok, dan tingkat kebutuhan teknologi informasi. Di akhir penelitian ini, diusulkan suatu kerangka kerja penggunaan *agent based modeling and simulation* untuk memodelkan dan mengidentifikasi pengaruh kompleksitas rantai pasok terhadap tingkat kebutuhan teknologi informasi.

Kata kunci: *Manajemen Rantai Pasok, Kompleksitas Rantai Pasok, Variasi Produk, Pertukaran Informasi, Teknologi Informasi, Pemodelan dan Simulasi, Agent-Based Modelling and Simulation.*

Halaman ini sengaja dikosongkan

AN IMPACT ANALYSIS OF PRODUCT VARIETY AND SUPPLY CHAIN COMPLEXITY TO THE NEEDS LEVEL OF INFORMATION TECHNOLOGY USING AGENT-BASED MODELLING AND SIMULATION

Name : ESTU RIZKY HUDDINIAH
NRP : 05211650010019
Supervisor : MAHENDRAWATHI ER, S. T., M. Sc., Ph. D

ABSTRACT

Recently, many companies are competing against each other to be the first to offer new product in the market, even when offering new products brings additional challenges for their operations. Companies deciding to add products variety must be prepared to face increasing complexity in the elements involved in the flow of products, materials, services and information along the supply chain. Information technology is chosen as the most effective solution to help company facing supply chain problems that arise due to increasing flow of materials and information in the supply chain. However, most of companies still do not fully understand the importance of aligning the needs of information technology with the business conditions. The purpose of this research is to explore the influence of product variety and supply chain complexity, to the needs level of information technology. With the implementation of *agent-based modelling and simulation*, the results found that the product variety directly can affect the supply chain complexity. In addition, supply chain complexity and business condition to some extent determine the needs level of information technology.

Kata kunci: *Supply Chain Management, Supply Chain Complexity, Product Variety, Informatin Sharing, Information Technology, Simulation and Modelling, Agent-Based Modelling and Simulation.*

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan atas kehadiran Allah SWT, Tuhan Semesta Alam atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan pengerjaan laporan penelitian yang berjudul: **“ANALISIS PENGARUH VARIASI PRODUK DAN KOMPLEKSITAS RANTAI PASOK TERHADAP TINGKAT KEBUTUHAN TEKNOLOGI INFORMASI DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN PEMODELAN DAN SIMULASI BERBASIS AGEN”**

Penelitian ini merupakan salah satu syarat kelulusan jalur magister pada Jurusan Sistem Informasi, Fakultas Teknologi Informasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Dengan terselesaikannya penelitian ini, maka selesai pula studi penulis untuk meraih gelar magister yang telah ditempuh selama dua tahun.

Penulis berharap penelitian ini dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi pembaca, menjadi batu loncatan bagi penulis untuk terus menghasilkan karya dan tidak cepat berpuas diri, serta memberikan sumbangsih bagi ilmu pengetahuan.

Pada kesempatan ini, penulis haturkan beribu rasa terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan pengerjaan penelitian ini, karena semua ini tidak akan pernah luput dari dukungan dan bantuan mereka. Oleh karena itu, rasa terima kasih ini penulis haturkan kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, kesempatan dan kekuatan untuk bisa menyelesaikan pengerjaan penelitian ini tepat waktu.
2. Ibu Mahendrawathi Erawan, selaku dosen pembimbing penulis yang telah dengan amat sangat sabar membimbing penulis dalam mengerjakan penelitian ini. Terimakasih telah banyak memberikan ilmu, pengalaman, nasihat dan semangat bagi penulis selama ini. Terima kasih telah menjadi figur seorang dosen yang selalu menjadi inspirasi dan teladan bagi penulis.
3. Ibu Anis Chusnul Iftitach, Ibu penulis yang tanpa lelah melantunkan doa-doa di setiap sujudnya untuk penulis, sehingga dapat mengantarkan penulis hingga

dapat tetap berdiri saat ini. Terimakasih banyak atas setiap pengorbanan, kasih sayang, kepercayaan tak ternilai yang beliau curahkan demi kebahagiaan penulis.

4. Bapak Mashud, Bapak penulis yang selalu berjuang dan bekerja keras demi kebahagiaan penulis. Terimakasih telah mencurahkan seluruh kasih sayang, semangat, serta kepercayaan dan keyakinan bagi penulis.
5. Suami penulis. M. Hilmi Muchtar Aditya Pratama, seseorang yang selalu ada menemani penulis selama ini. Terimakasih atas seluruh nasihat, inspirasi dan dukungan yang sangat berharga dan tak ternilai harganya. Terima kasih telah menjadi bagian dari “rumah” dikala susah maupun senang.
6. Adik-adik penulis. (Almh) Eta Wahyu Ramadhania, adik pertama penulis yang telah mendoakan dan mendukung penulis dari surga. Rhenia Rahmadhani, adik kedua penulis yang telah membantu penulis untuk menjaga kedua orang tua penulis selagi penulis jauh dari mereka.
7. Ibu Erma Suryani dan Bapak Febriliyan Samopa, selaku dosen penguji penulis yang telah memberikan masukan dan saran yang begitu berharga bagi pengerjaan penelitian ini.
8. Bapak Apol Pribadi Subriadi, Ibu Renny Pradina Kusumawardhani serta seluruh Bapak dan Ibu dosen yang telah mendidik dan menginspirasi penulis sejak awal masuk sebagai mahasiswa. Terima kasih telah menjadi gudang ilmu dan teladan bagi penulis.
9. Sahabat terkasih sekaligus teman seperjuangan yang telah menemani dan mendukung penulis melewati masa-masa awal masuk menjadi mahasiswa pascasarjana hingga pengerjaan penelitian ini. Satrio Adi Priyambada, Mas Septama dan teman-teman lain yang penulis sungguh menyesal tidak dapat menuliskannya satu-persatu. Kalian yang terbaik. Semoga cerita indah kita tidak berhenti sampai disini.
10. Keluarga S2 Sistem Informasi dan rekan-rekan SOLARIS yang selalu sigap menjadi penolong, pendengar yang baik, dan memberi banyak bantuan kepada penulis kapanpun dan dimanapun.

11. Adik-adik OSIRIS, Dhevina Dewantari, Kresna Ridwan, dan Gradiyanto yang telah banyak mendukung penulis dalam menyelesaikan pengerjaan penelitian ini.
12. Ibu Zakiyah Fitri selaku pemilik UMKM Alifah Collection dan Ibu Arinda selaku pemilik Arinz TM, terimakasih telah berkenan memberikan waktu dan membantu dalam mengumpulkan data serta informasi yang penulis butuhkan dalam penyusunan penelitian ini.
13. Seluruh karyawan Jurusan Sistem Informasi. Mbak Vian, Mas Roki dan semua bagian mulai dari akademik sampai keamanan parkir. Terima kasih atas senyum dan pelayanan yang baik sehingga penulis tidak bosan untuk hadir di kampus tercinta ini.

Dan berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu namanya disini. Semoga Tuhan membalas semua kebaikan yang telah dilakukan. Penulis menyadari masih banyak yang dapat dikembangkan pada penelitian ini, oleh karena itu penulis menerima segala masukan dan kritik yang diberikan. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

(Estu Rizky Huddiniah)

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xxiii
DAFTAR KODE PROGRAM	xxv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	9
1.3 Tujuan Penelitian.....	10
1.4 Manfaat Penelitian.....	11
1.5 Kontribusi Penelitian.....	12
1.6 Batasan Penelitian	12
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	15
2.1 Kajian Teori.....	15
2.1.1 Variasi Produk	15
2.1.2 Jaringan Rantai Pasok.....	17
2.1.3 Kompleksitas Rantai Pasok	18
2.1.4 Teknologi Informasi dalam Rantai Pasok	21
2.1.5 Agent-Based Modeling and Simulation (ABMS)	23
2.2 Kajian Penelitian Terdahulu	25
2.2.1 Pengaruh variasi produk pada kompleksitas rantai pasok	26
2.2.2 Keterkaitan kondisi bisnis, komplestitas rantai pasok dan tingkat kebutuhan teknologi informasi	28
2.2.2.1 Keteraitan kondisi bisnis dengan kompleksitas rantai pasok	
28	
2.2.2.2 Pengukuran kompleksitas jaringan rantai pasok	30

2.2.2.3	Kompleksitas rantai pasok dan tingkat kebutuhan teknologi informasi	32
2.2.3	Peranan penerapan teknologi informasi pada rantai pasok	35
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	37
3.1	Identifikasi Masalah.....	38
3.2	Studi Literatur	39
3.3	Pengumpulan Data	40
3.4	Pemodelan dan Simulasi	42
3.4.1	Pemodelan Konseptual.....	42
3.4.2	Computer Modelling (Coding).....	45
3.4.3	Verifikasi dan Validasi Model	46
3.4.4	Penyusunan Skenario	48
3.5	Analisis Hasil Penelitian	49
3.6	Penyusunan Kesimpulan dan Saran	50
BAB IV	PENGEMBANGAN MODEL SIMULASI.....	51
4.1	Proses Bisnis Perusahaan	51
4.1.1	Informasi Umum Perusahaan	51
4.1.2	Proses Penjualan	53
4.1.3	Proses Produksi	56
4.1.4	Proses Pengadaan	58
4.2	Perancangan Model Agent Based	60
4.2.1	Pemodelan Konseptual.....	61
4.2.1.1	Pendefinisian Agents	65
4.2.1.2	Pendefinisian Environment.....	73
4.2.1.3	Pendefinisian Interactions.....	73
4.2.1.4	<i>Input</i> Model.....	75
4.2.1.5	<i>Output</i> Model	83
4.2.2	Computer Modelling (Coding).....	84
4.2.2.1	Model Setup	92
4.2.2.1.1	Pengaturan variabel dan parameter (Fixed setup).....	92
4.2.2.1.2	Perencanaan Skenario (Experimental factor)	97
4.2.2.2	Model Testing	100

4.2.2.2.1	Verification	100
4.2.2.2.2	Validation	101
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN		111
5.1	Pengaruh Variasi Produk Terhadap Kompleksitas Rantai Pasok (Skenario A)	111
5.1.1	Pengaruh variasi produk terhadap interaksi antara pelanggan dengan factory	114
5.1.2	Pengaruh variasi produk terhadap interaksi antara factory dengan supplier	122
5.1.3	Pengaruh variasi produk terhadap interaksi antara supplier dengan pemasok (supplier tingkat 1)	129
5.2	Pengaruh Kompleksitas Rantai Pasok Terhadap Tingkat Kebutuhan Teknologi Informasi (Skenario B)	133
5.2.1	Pengaruh kompleksitas rantai pasok terhadap interaksi antara pelanggan dengan factory	136
5.2.2	Pengaruh kompleksitas rantai pasok terhadap interaksi antara factory dengan supplier	143
5.2.3	Pengaruh kompleksitas rantai pasok terhadap interaksi antara supplier dengan pemasok (supplier tingkat 1)	149
5.3	Analisis Hasil Simulasi Keterkaitan Variasi Produk dan Kompleksitas Rantai Pasok terhadap Tigkat Kebutuhan Teknologi Informasi	153
5.3.1	Analisis hasil keterkaitan variasi produk terhadap kompleksitas rantai pasok	153
5.3.2	Analisis hasil keterkaitan kompleksitas rantai pasok terhadap tingkat kebutuhan teknologi informasi	155
5.3.3	Analisis hasil keterkaitan variasi produk, kompleksitas rantai pasok, dan tingkat kebutuhan teknologi informasi	157
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		159
6.1	Kesimpulan	159
6.2	Saran	161
DAFTAR PUSTAKA		165
A LAMPIRAN A KODE PROGRAM		171
D.1	Global Variable	171
D.2	Setup Procedure	173

D.3	Find Patch	177
D.4	Go Procedure	178
D.5	Setup Parameter	179
D.5.1	Report Setup Parameter	182
D.6	Setup Activations	188
D.7	Validation Procedure	190
D.5.2	Calculate Validation.....	192
D.8	Convert Order to Material.....	193
D.9	Setup Supplier Strategy.....	198
D.9.1	Supplier Quantity Procedure	201
D.10	Transaction Procedure	217
D.10.1	Transmision Procedure	225
LAMPIRAN B PERTUKARAN INFORMASI ANTARA FACTORY DENGAN SETIAP SUPPLIER.....		227
LAMPIRAN C RATA-RATA SUPPLIER YANG TERLIBAT DALAM SETIAP TRANSAKSI		237
BIODATA PENULIS		247

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penjelasan keterkaitan variasi produk terhadap biaya dan keuntungan yang diperoleh perusahaan (Bednar and Modrak, 2016)	17
Gambar 2.2 Diagram aliran rantai pasok (Motiwalla and Thompson, 2012)	18
Gambar 2.3 Tipe kompleksitas rantai pasok menurut keterkaitan antar <i>channel</i> (Mentzer <i>et al.</i> , 2001).....	20
Gambar 2.4 Pengukuran kompleksitas rantai pasok secara struktural (Choi and Hong, 2002)	21
Gambar 2.5 Proses koordinasi dan kolaborasi dalam jaringan rantai pasok (Motiwalla and Thompson, 2012).....	22
Gambar 2.6 <i>Agent-bases modeling and simulation (ABMS)</i> (Lewe, 2017)	24
Gambar 3.1 Alur metodologi penelitian	37
Gambar 3.2 Variasi dan volume produksi pada perusahaan manufaktur	41
Gambar 3.3 Kerangka konseptual penelitian	44
Gambar 4.1 Keterkaitan antar variabel di dalam sistem	63
Gambar 4.2 <i>Attribute</i> dan <i>behaviour</i> dari <i>agent customer</i>	66
Gambar 4.3 <i>Attribute</i> dan <i>behaviour</i> dari <i>agent factory</i>	69
Gambar 4.4 <i>Attribute</i> dan <i>behaviour</i> dari <i>agent supplier</i>	71
Gambar 4.5 <i>Attribute</i> dan <i>behaviour</i> dari <i>agent</i> agen pemasok.....	72
Gambar 4.6 Arus pertukaran informasi dan barang untuk setiap agent.....	75
Gambar 4.7 Diagram arus sistem simulasi	76
Gambar 4.8 <i>User Interface agent-base modelling and simulation</i> menggunakan aplikasi NetLogo	85
Gambar 4.9 Diagram <i>flow Setup Procedure (1)</i>	88
Gambar 4.10 Diagram <i>flow Setup Procedure (2)</i>	89

Gambar 4.11 Diagram <i>flow Go Procedure (1)</i>	90
Gambar 4.12 Diagram <i>flow Go Procedure (2)</i>	91
Gambar 4.13 Pengaturan model dasar simulasi <i>agent-based</i>	102
Gambar 4.14 Hasil simulasi <i>agent-based</i> yang dijalankan berdasarkan <i>base model</i>	105
Gambar 4.15 Fluktuasi pertukaran bahan baku antar <i>agent</i> di dalam sistem	108
Gambar 4.16 Fluktuasi transaksi pertukaran informasi antar <i>agent</i> di dalam sistem	108
Gambar 4.17 Fluktuasi <i>lead time</i> transaksi setiap pelanggan.....	108
Gambar 5.1 Skenario A, interaksi antara pelanggan dengan <i>factory (1-Periodic Supplying)</i>	114
Gambar 5.2 Skenario A , waktu pemenuhan permintaan pesanan pelanggan (<i>1-Periodic Supplying</i>).....	115
Gambar 5.3 Skenario A, interaksi antara pelanggan dengan <i>factory (2-Order Supplying)</i>	116
Gambar 5.4 Skenario A, waktu pemenuhan permintaan pesanan pelanggan (<i>2-Order Supplying</i>).....	117
Gambar 5.5 Skenario A, interaksi pelanggan dan <i>factory (3-Periodic+Order Supplying)</i>	117
Gambar 5.6 Skenario A, waktu pemenuhan permintaan pesanan pelanggan (<i>3-Periodic+Order Supplying</i>).....	118
Gambar 5.7 Skenario A, fluktuasi tingkat sisa persediaan bahan baku pada <i>factory (1-Periodic Supplying)</i>	120
Gambar 5.8 Skenario A, fluktuasi tingkat sisa persediaan bahan baku pada <i>factory (2-Order Supplying)</i>	121
Gambar 5.9 Skenario A, fluktuasi tingkat sisa persediaan bahan baku pada <i>factory (3-Periodic+Order Supplying)</i>	122

Gambar 5.10 Skenario A, interaksi antara <i>factory</i> dengan <i>supplier</i> (<i>1-Periodic Supplying</i>)	123
Gambar 5.11 Skenario A, waktu pemenuhan permintaan bahan baku (<i>1-Periodic Supplying</i>)	124
Gambar 5.12 Skenario A, interaksi antara <i>factory</i> dengan <i>supplier</i> (<i>2-Order Supplying</i>)	126
Gambar 5.13 Skenario A, waktu pemenuhan permintaan bahan baku (<i>2-Order Supplying</i>)	127
Gambar 5.14 Skenario A, interaksi antara <i>factory</i> dengan <i>supplier</i> (<i>3-Periodic+Order Supplying</i>)	128
Gambar 5.15 Skenario A, waktu pemenuhan permintaan bahan baku (<i>3-Periodic+Order Supplying</i>)	129
Gambar 5.16 Skenario A, pertukaran informasi antara <i>supplier</i> dan pemasok (<i>1-Periodic Supplying</i>)	131
Gambar 5.17 Skenario A, pertukaran informasi antara <i>supplier</i> dengan pemasok (<i>2-Order Supplying</i>)	132
Gambar 5.18 Skenario A, pertukaran informasi antara <i>supplier</i> dengan pemasok (<i>3-Periodic+Order Supplying</i>)	132
Gambar 5.19 Skenario B, interaksi antara pelanggan dengan <i>factory</i> (<i>1-Periodic Supplying</i>)	137
Gambar 5.20 Skenario B , waktu pemenuhan permintaan pesanan pelanggan (<i>1-Periodic Supplying</i>)	138
Gambar 5.21 Skenario B, interaksi antara pelanggan dengan <i>factory</i> (<i>2-Order Supplying</i>)	138
Gambar 5.22 Skenario B , waktu pemenuhan permintaan pesanan pelanggan (<i>1-Order Supplying</i>)	139
Gambar 5.23 Skenario B, interaksi antara pelanggan dengan <i>factory</i> (<i>2-Order Supplying</i>)	139

Gambar 5.24 Skenario Skenario B , waktu pemenuhan permintaan pesanan pelanggan (<i>1-Periodic+Order Supplying</i>).....	140
Gambar 5.25 Skenario B, fluktuasi tingkat sisa persediaan bahan baku pada <i>factory</i> (<i>1-Periodic Supplying</i>)	142
Gambar 5.26 Skenario B, fluktuasi tingkat sisa persediaan bahan baku pada <i>factory</i> (<i>2-Order Supplying</i>)	142
Gambar 5.27 Skenario B, fluktuasi tingkat sisa persediaan bahan baku <i>factory</i> (<i>3-Periodic+Order Supplying</i>).....	143
Gambar 5.28 Skenario B, pertukaran informasi antara <i>factory</i> dengan <i>supplier</i> (<i>1-Periodic Supplying</i>).....	144
Gambar 5.29 Skenario B, waktu pemenuhan permintaan bahan baku (<i>1-Periodic Supplying</i>).....	145
Gambar 5.30 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara <i>factory</i> dengan <i>supplier</i> (<i>2-Order Supplying</i>)	146
Gambar 5.31 Skenario B, waktu pemenuhan permintaan bahan baku (<i>2-Order Supplying</i>).....	147
Gambar 5.32 Skenario B, pertukaran informasi antara <i>factory</i> dengan <i>supplier</i> (<i>3-Periodic+Order Supplying</i>).....	148
Gambar 5.33 Skenario B, waktu pemenuhan permintaan bahan baku (<i>3-Periodic+Order Supplying</i>).....	149
Gambar 5.34 Skenario B, pertukaran informasi antara <i>supplier</i> dengan pemasok (<i>1-Periodic Supplying</i>).....	150
Gambar 5.35 Skenario B, pertukaran informasi antara <i>supplier</i> dengan pemasok (<i>2-Order Supplying</i>)	151
Gambar 5.36 Skenario B, pertukaran informasi antara <i>supplier</i> dengan pemasok (<i>3-Periodic+Order Supplying</i>).....	152
Gambar B.1 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara <i>factory</i> dengan <i>supplier</i> Pucang (<i>1-Periodic Supplying</i>).....	227

Gambar B.2 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara <i>factory</i> dengan <i>supplier</i> Pucang (2-Order Supplying)	227
Gambar B.3 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara <i>factory</i> dengan <i>supplier</i> Pucang (3-Periodic+Order Supplying)	228
Gambar B.4 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara <i>factory</i> dengan <i>supplier</i> Pabean (1-Periodic Supplying)	228
Gambar B.5 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara <i>factory</i> dengan <i>supplier</i> Pabean (2-Order Supplying)	229
Gambar B.6 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara <i>factory</i> dengan <i>supplier</i> Pabean (3-Periodic+Order Supplying).....	229
Gambar B.7 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara <i>factory</i> dengan <i>supplier</i> Pasar Atom (1-Periodic Supplying).....	230
Gambar B.8 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara <i>factory</i> dengan <i>supplier</i> Pasar Atom (2-Order Supplying).....	230
Gambar B.9 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara <i>factory</i> dengan <i>supplier</i> Pasar Atom (3-Periodic+Order Supplying).....	231
Gambar B.10 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara <i>factory</i> dengan <i>supplier</i> DTC (1-Periodic Supplying).....	231
Gambar B.11 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara <i>factory</i> dengan <i>supplier</i> DTC (2-Order Supplying).....	232
Gambar B.12 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara <i>factory</i> dengan <i>supplier</i> DTC (3-Periodic+Order Supplying)	232
Gambar B.13 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara <i>factory</i> dengan <i>supplier</i> Kapasan (1-Periodic Supplying)	233
Gambar B.14 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara <i>factory</i> dengan <i>supplier</i> Kapasan (2-Order Supplying)	233
Gambar B.15 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara <i>factory</i> dengan <i>supplier</i> Kapasan (3-Periodic+Order Supplying)	234

Gambar B.16 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara <i>factory</i> dengan <i>supplier</i> Nginden (<i>1-Periodic Supplying</i>).....	234
Gambar B.17 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara <i>factory</i> dengan <i>supplier</i> Nginden (<i>2-Order Supplying</i>).....	235
Gambar B.18 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara <i>factory</i> dengan <i>supplier</i> Nginden (<i>3-Periodic+Order Supplying</i>).....	235
Gambar C.19 Skenario Skenario B, <i>supplier</i> Pucang yang terlibat dalam transaksi (<i>1-Periodic Supplying</i>)	237
Gambar C.20 Skenario Skenario B, <i>supplier</i> Pucang yang terlibat dalam transaksi (<i>2-Order Supplying</i>)	237
Gambar C.21 Skenario Skenario B, <i>supplier</i> Pucang yang terlibat dalam transaksi (<i>3-Periodic+Order Supplying</i>).....	238
Gambar C.22 Skenario Skenario B, <i>supplier</i> Pabean yang terlibat dalam transaksi (<i>1-Periodic Supplying</i>)	238
Gambar C.23 Skenario Skenario B, <i>supplier</i> Pabean yang terlibat dalam transaksi (<i>2-Order Supplying</i>)	239
Gambar C.24 Skenario Skenario B, <i>supplier</i> Pabean yang terlibat dalam transaksi (<i>3-Periodic+Order Supplying</i>).....	239
Gambar C.25 Skenario Skenario B, <i>supplier</i> Pasar Atom yang terlibat dalam transaksi (<i>1-Periodic Supplying</i>)	240
Gambar C.26 Skenario Skenario B, <i>supplier</i> Pasar Atom yang terlibat dalam transaksi (<i>2-Order Supplying</i>)	240
Gambar C.27 Skenario Skenario B, <i>supplier</i> Pasar Atom yang terlibat dalam transaksi (<i>3-Periodic+Order Supplying</i>).....	241
Gambar C.28 Skenario Skenario B, <i>supplier</i> DTC yang terlibat dalam transaksi (<i>1-Periodic Supplying</i>)	241
Gambar C.29 Skenario Skenario B, <i>supplier</i> DTC yang terlibat dalam transaksi (<i>2-Order Supplying</i>).....	242

Gambar C.30 Skenario Skenario B, supplier DTC yang terlibat dalam transaksi (<i>3-Periodic+Order Supplying</i>)	242
Gambar C.31 Skenario Skenario B, supplier Kapasan yang terlibat dalam transaksi (<i>1-Periodic Supplying</i>).....	243
Gambar C.32 Skenario Skenario B, supplier Kapasan yang terlibat dalam transaksi (<i>2-Order Supplying</i>).....	243
Gambar C.33 Skenario Skenario B, supplier Kapasan yang terlibat dalam transaksi (<i>3-Periodic+Order Supplying</i>)	244
Gambar C.34 Skenario Skenario B, supplier Nginden yang terlibat dalam transaksi (<i>1-Periodic Supplying</i>).....	244
Gambar F.35 Skenario Skenario B, supplier Nginden yang terlibat dalam transaksi (<i>2-Order Supplying</i>).....	245
Gambar C.36 Skenario Skenario B, supplier Nginden yang terlibat dalam transaksi (<i>3-Periodic+Order Supplying</i>)	245

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Hasil Tinjauan Literatur	4
Tabel 4.1 Pemodelan konseptual simulasi <i>agent-based</i>	64
Tabel 4.2 Probabilitas penjualan masing-masing produk	79
Tabel 4.3 Data kebutuhan bahan baku setiap produk	80
Tabel 4.4 Data lead time produksi masing-masing produk	82
Tabel 4.5 Daftar supplier untuk setiap bahan baku.....	83
Tabel 4.6 Hasil validasi data jumlah pemesanan produk untuk masing-masing jenis produk	106
Tabel 4.7 Hasil validasi data lead time pemesanan pelanggan masing-masing jenis produk	106
Tabel 5.1 Perancangan skenario pengaruh variasi produk pada kompleksitas rantai pasok (Skenario A)	112
Tabel 5.2 Perancangan skenario pengaruh kompleksitas rantai pasok terhadap tingkat kebutuhan teknologi informasi (Skenario B).....	134
Tabel 5.3 Pengaturan kapasitas untuk masing-masing bahan baku	150

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR KODE PROGRAM

Kode Program A.1 Pengaturan terhadap go procedur di dalam sistem (1).....	171
Kode Program A.2 Pengaturan terhadap go procedur di dalam sistem (2).....	172
Kode Program A.3 Inisialisasi awal setup procedure (1).....	173
Kode Program A.4 Inisialisasi awal setup procedure (2).....	174
Kode Program A.5 Inisialisasi awal setup procedure (3).....	175
Kode Program A.6 Inisialisasi awal setup procedure (4).....	176
Kode Program D.7 Inisialisasi awal setup procedure (5).....	177
Kode Program A.8 Pendefinisian posisi agent terhadap environment.....	177
Kode Program A.9 Pengaturan terhadap <i>go procedur</i> di dalam sistem (1).....	178
Kode Program A.10 Pengaturan terhadap <i>go procedur</i> di dalam sistem (2).....	179
Kode Program A.11 Proses pendefinisian permintaan pesanan untuk masing-masing pelanggan yang terlibat di dalam sistem (1).....	180
Kode Program A.12 Proses pendefinisian permintaan pesanan untuk masing-masing pelanggan yang terlibat di dalam sistem (2).....	181
Kode Program A.13 Proses pendefinisian permintaan pesanan untuk masing-masing pelanggan yang terlibat di dalam sistem (3).....	182
Kode Program A.14 Pendefinisian permintaan pesanan untuk masing-masing produk (1).....	183
Kode Program A.15 Pendefinisian permintaan pesanan untuk masing-masing produk (2).....	184
Kode Program A.16 Pendefinisian permintaan pesanan untuk masing-masing produk (3).....	185
Kode Program A.17 Pendefinisian permintaan pesanan untuk masing-masing produk (4).....	186

Kode Program A.18 Pendefinisian permintaan pesanan untuk masing-masing produk (5)	187
Kode Program A.19 Pendefinisian permintaan pesanan untuk masing-masing produk (6)	188
Kode Program A.20 Pengaturan status aktivasi pelanggan terhadap factory (1)	189
Kode Program A.21 Pengaturan status aktivasi pelanggan terhadap factory (2)	190
Kode Program A.22 Prosedur validasi transaksi permintaan pemesan pelanggan (1)	191
Kode Program A.23 Prosedur validasi transaksi permintaan pemesan pelanggan (2)	192
Kode Program A.24 Perhitungan validasi permintaan pemesan pelanggan.....	193
Kode Program A.25 Prosedur mengubah pesanan permintaan produk menjadi daftar kebutuhan bahan baku (1)	194
Kode Program A.26 Prosedur mengubah pesanan permintaan produk menjadi daftar kebutuhan bahan baku (2)	195
Kode Program A.27 Prosedur mengubah pesanan permintaan produk menjadi daftar kebutuhan bahan baku (3)	196
Kode Program A.28 Prosedur mengubah pesanan permintaan produk menjadi daftar kebutuhan bahan baku (3)	197
Kode Program A.29 Prosedur mengubah pesanan permintaan produk menjadi daftar kebutuhan bahan baku (4)	198
Kode Program A.30 Pengaturan prosedur pengadaan bagi pemasok (1)	199
Kode Program A.31 Pengaturan prosedur pengadaan bagi pemasok (2)	200
Kode Program A.32 Pengaturan prosedur pengadaan bagi pemasok (3)	201
Kode Program A.33 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (1)	202

Kode Program A.34 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (2)	203
Kode Program A.35 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (3)	204
Kode Program A.36 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (4)	205
Kode Program A.37 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (5)	206
Kode Program A.38 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (6)	207
Kode Program A.39 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (7)	208
Kode Program A.40 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (8)	209
Kode Program A.41 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (9)	210
Kode Program A.42 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (10)	211
Kode Program A.43 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (11)	212
Kode Program A.44 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (12)	213
Kode Program A.45 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (13)	214
Kode Program A.46 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (14)	215
Kode Program A.47 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (15)	216

Kode Program A.48 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (16).....	217
Kode Program A.49 Pendefinisian terhadap keseluruhan proses pertukaraan informasi (<i>customer-factory-supplier</i>) (1).....	218
Kode Program A.50 Pendefinisian terhadap keseluruhan proses pertukaraan informasi (<i>customer-factory-supplier</i>) (2).....	219
Kode Program A.51 Pendefinisian terhadap keseluruhan proses pertukaraan informasi (<i>customer-factory-supplier</i>) (3).....	220
Kode Program A.52 Pendefinisian terhadap keseluruhan proses pertukaraan informasi (<i>customer-factory-supplier</i>) (4).....	221
Kode Program A.53 Pendefinisian terhadap keseluruhan proses pertukaraan informasi (<i>customer-factory-supplier</i>) (5).....	222
Kode Program A.54 Pendefinisian terhadap keseluruhan proses pertukaraan informasi (<i>customer-factory-supplier</i>) (6).....	223
Kode Program A.55 Pendefinisian terhadap keseluruhan proses pertukaraan informasi (<i>customer-factory-supplier</i>) (7).....	224
Kode Program A.56 Pendefinisian terhadap keseluruhan proses pertukaraan informasi (<i>customer-factory-supplier</i>) (8).....	225
Kode Program A.57 Pengaturan terhadap pemenuhan kebutuhan bahan baku produksi (1).....	225
Kode Program A.58 Pengaturan terhadap pemenuhan kebutuhan bahan baku produksi (1).....	226

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan pesatnya perkembangan *digital economy* yang menawarkan *unlimited opportunity innovation* khususnya dalam dunia perindustrian, berbagai perusahaan berlomba-lomba untuk saling berinovasi dengan cara meningkatkan variasi produk baru guna mencapai *market share* yang lebih menguntungkan dan memenangkan persaingan bisnis dengan para kompetitor secara global (Ross and Mocker, 2017) . Hal tersebut didasarkan atas preferensi pelanggan akan produk yang secara cepat selalu berubah-ubah mengikuti kebutuhan akan *trend* yang ada. Dengan meningkatkan variasi berbagai produk yang menyesuaikan dalam hal *style, function, package, size*, dan sebagainya, banyak perusahaan percaya bahwa hal tersebut juga akan meningkatkan potensi keuntungan yang diperoleh perusahaan (Bode and Wagner, 2015; Ford and Tarditi, 2017; Shou *et al.*, 2017).

Meskipun dengan diterapkannya strategi peningkatan variasi produk yang dipercaya sebagai salah satu strategi yang cukup menguntungkan, tak lantas dapat memberikan *value* penuh secara langsung kepada perusahaan (Ross and Mocker, 2017). Ketika perusahaan mengusulkan suatu produk baru, perusahaan harus benar-benar memperhitungkan bagaimana respon dari pasar dan keuntungan yang diperoleh dengan adanya peluncuran produk baru (Ford and Tarditi, 2017; Schilling, 2017). Potensi akan berbagai dampak negatif yang diberikan akibat semakin banyaknya variasi produk juga harus dihadapi oleh perusahaan. Perusahaan tidak dapat hanya melihat dari sisi potensi keuntungan variasi produk dengan adanya inovasi produk baru “*addicted innovation*”, tetapi juga harus *aware* dengan permasalahan-permasalahan yang mengiringinya (Ross and Mocker, 2017). Perusahaan selama ini hanya berfokus untuk menjadi *pioneer* atau *trendmark* dalam menawarkan suatu produk, namun perusahaan buta akan *side effect* yang ditimbulkan dengan semakin lebarnya variasi produk. Hal ini juga akan berpengaruh pada tingkat kompleksitas produk yang harus dikelola oleh perusahaan

yang pada akhirnya akan merubah proses bisnis perusahaan secara instan (Cole, 2010; Ford and Tarditi, 2017; Shou *et al.*, 2017).

Rantai pasok (*supply chain*) merupakan suatu jaringan dari entitas bisnis yang melibatkan arus produk/ layanan dari hulu (*upstream*) ke hilir (*downstream*), dengan adanya intensitas pertukaran informasi antar fungsi dan aktivitas di dalamnya (Cooper and Ellram, 1993; Cooper, Lambert and JD, 1997; Lambert, Cooper and Pagh, 1998; Motiwalla and Thompson, 2012). Kompleksitas pada jaringan rantai pasok diartikan sebagai aspek-aspek yang saling berhubungan satu sama lain pada suatu jaringan rantai pasok. Aspek-aspek tersebut antara lain adalah jumlah komponen (*number of elements*), tingkat interaksi (*degree of interaction*), tingkat tatanan struktural (*degree of structural order*), tingkat variasi (*level of variety*) dan tingkat ketidakpastian pada sistem (*degree of uncertainty*) (Sivadasan *et al.*, 2002; Cheng, Chen and Chen, 2014; Bode and Wagner, 2015). Oleh karena itu, dapat diasumsikan bahwa derajat kompleksitas pada jaringan rantai pasok selaras dengan semakin meningkatnya aspek-aspek yang dapat mempengaruhi integritas dari jaringan rantai pasok (Shou *et al.*, 2017).

Dalam konteks rantai pasok, integrasi memiliki makna yang sangat penting dimana integrasi memungkinkan bagi perusahaan dan komponen-komponen dalam jaringan rantai pasok untuk saling berkerjasama sebagai satu kesatuan utuh (*single unified*) dan entitas yang saling berpengaruh satu sama lain (*cohesive entity*) (Welker, van der Vaart and Pieter van Donk, 2008). Salah satu dimensi yang berpengaruh besar dalam terwujudnya strategi koordinasi dan kolaborasi yang lebih baik antar partner pada jaringan rantai pasok adalah *information integration* (Welker, van der Vaart and Pieter van Donk, 2008; Zhang, Pieter van Donk and van der Vaart, 2011; Motiwalla and Thompson, 2012).

Information integration mengacu pada pertukaran informasi (*sharing of information*) antar komponen pada jaringan rantai pasok. Pertukaran informasi tersebut meliputi seluruh jenis data yang berpengaruh pada kolaborasi dan koordinasi antar partner jaringan rantai pasok, seperti informasi terkait *demand*, *inventory status*, *production schedules*, *purchase order*, *shipment schedules*, dan lain sebagainya (Welker, van der Vaart and Pieter van Donk, 2008; Motiwalla and

Thompson, 2012). Teknologi Informasi berperan sebagai penyedia infrastruktur dan layanan yang memungkinkan keseluruhan informasi dapat saling dipertukarkan antar partner jaringan rantai pasok secara lebih efektif dan efisien (Auramo, Kauremaa and Tanskanen, 2005; Welker, van der Vaart and Pieter van Donk, 2008; Zhang, Pieter van Donk and van der Vaart, 2011; Shou *et al.*, 2017). Secara umum, peranan TI dalam jaringan rantai pasok meliputi empat obyektif yaitu memastikan ketersediaan dan visibilitas dari informasi, memungkinkan adanya satu titik dalam akses data (*centralized data*), membantu dalam pengambilan keputusan berdasarkan data dan informasi yang diperoleh dari rantai pasok, dan membantu perusahaan dalam berkolaborasi dan berkoordinasi dengan *supply chain partners*.

Menanggapi permasalahan terkait derasnya arus pertukaran informasi pada rantai pasok, dapat diidentifikasi bahwa penggunaan teknologi informasi merupakan hal yang sangat krusial bagi perusahaan. Teknologi informasi dipilih sebagai solusi yang menawarkan kemudahan bagi perusahaan dalam mencapai kesuksesan integrasi rantai pasoknya. Namun, keuntungan penerapan teknologi informasi tersebut tidak menjamin akan selalu memberikan hal yang positif bagi setiap perusahaan apabila tidak diselaraskan dengan tingkat kebutuhan kondisi bisnis perusahaan saat ini (Auramo, Kauremaa and Tanskanen, 2005). Selama ini banyak perusahaan hanya menerapkan teknologi informasi tanpa memperhitungkan kondisi bisnis perusahaan. Kondisi bisnis dalam hal ini memiliki kesamaan indikator atau karakteristik dengan kompleksitas rantai pasok terutama dalam hal ketidakpastian dalam proses *production planning* dan *delivery schedules* (Welker, van der Vaart and Pieter van Donk, 2008; Gimenez, Van Der Vaart and Van Donk, 2012; Ross and Mocker, 2017; Shou *et al.*, 2017). Kondisi bisnis ini akan sangat menentukan jenis pertukaran informasi yang dibutuhkan oleh perusahaan, sedangkan pertukaran informasi akan berpengaruh pada tingkat kebutuhan teknologi informasi yang diperlukan oleh perusahaan (Welker, van der Vaart and Pieter van Donk, 2008; Gimenez, Van Der Vaart and Van Donk, 2012; Ross and Mocker, 2017; Shou *et al.*, 2017).

Selama ini banyak sekali penelitian yang menganalisis keterkaitan variasi produk dan kompleksitas rantai pasok dengan berbagai pendekatan, begitu pula

dengan keterkaitan antara rantai pasok dan teknologi informasi. Namun, hanya sedikit sekali penelitian yang mengkombinasikan antara variasi produk, rantai pasok dan teknologi. Hal tersebut dibuktikan atas hasil kajian literatur sebelumnya dari dua database jurnal terkemuka yaitu *Science Direct* dan *Emerald Insight* dengan area penelitian *Business, Management and Accounting, Computer Science, Decision Sciences, Economics, Econometrics and Finance, Engineering, Materials Science, Mathematics*. Proses pencarian kajian literatur pada penelitian ini, dilakukan atas dua tipe pendekatan pencarian. Pertama, dilakukan pencarian pada database jurnal online *Science Direct* dan *Emerald Insight* dengan penerapan kondisi tertentu. Ditemukan kurang lebih 400 penelitian dari tahun 2010 hingga saat ini yang mengandung kata *product, supply chain, dan information* pada *abstract* penelitian. Hasil temuan tersebut direpresentasikan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Hasil Tinjauan Literatur

Keywords			Emerald Insight		Science Direct	
Keyword Pertama	Keyword Kedua	Keyword Ketiga	All Years	2010-Present	All Years	2010-Present
'Product Variety'	'Information Technology'	-	56	17	102	35
	'Information Sharing'	-	20	15	34	14
	-	-	52	26	103	63
	'Supply Chain'	'Information Technology'	4	1	-	-
		'Information Sharing'	-	-	-	-
		-	14	8	3	3
	'Supply Chain Complexity'	'Information Technology'	1	-	-	-
		'Information Sharing'	-	-	-	-
		-	15	12	15	10
		'Supply Chain Integration'	'Information Technology'	-	-	-
		'Information Sharing'	-	-	-	-
'Product Complexity'	'Information Technology'	-	140	62	94	46
	'Information Sharing'	-	43	24	38	38
	-	-	132	72	124	75
	'Supply Chain'	'Information Technology'	13	8	-	-
		'Information Sharing'	6	3	-	-
		-	132	72	124	75
	'Supply Chain Complexity'	'Information Technology'	13	8	-	-
		'Information Sharing'	6	3	-	-
		-	41	24	13	11
	'Supply Chain Integration'	'Information Technology'	5	3	-	-
	'Information Sharing'	1	-	-	-	
'Supply Chain'	'Information Technology'	-	377	161	435	246
	'Information Sharing'	-	216	115	433	271
'Supply Chain Complexity'	'Information Technology'	-	42	24	116	63
	'Information Sharing'	-	20	11	73	43
'Supply Chain Integration'	'Information Technology'	-	148	65	35	22
	'Information Sharing'	-	67	37	19	15

Dari keseluruhan kajian literatur penelitian yang ditemukan pada Tabel 1.1, dilakukan proses penyeleksian tahap awal pada *abstract* penelitian untuk mengetahui apakah kajian literatur yang ditemukan telah sesuai dengan topik yang

secara *general*. Dalam rangka untuk memastikan bahwa kajian literatur yang digunakan pada makalah ini benar-benar membahas mengenai keterkaitan *product*, *supply chain*, dan *information*, dilakukan penyeleksian tahap selanjutnya berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditentukan, yakni kriteria mengenai fokus utama penelitian dan keabsahan dari kajian literatur.

Berdasarkan hasil kajian literatur yang dilakukan diketahui bahwa sebagian besar penelitian berfokus secara terpisah, yakni penelitian yang hanya mengkaji dua dimensi didalamnya seperti variasi produk dan kompleksitas rantai pasok; variasi produk dan integrasi rantai pasok; kompleksitas rantai pasok dan teknologi informasi; serta integrasi rantai pasok dan teknologi informasi. Beberapa penelitian menggabungkan ketiga dimensi variasi produk, rantai pasok dan teknologi informasi, namun sebagian besar hanya membahas secara sederhana terkait manfaat teknologi informasi pada rantai pasok.

Dari segi teori dan praktiknya, hanya terdapat beberapa penelitian yang memperhitungkan pentingnya peranan teknologi informasi dalam mengatasi derasnya aliran arus pertukaran informasi pada rantai pasok baik secara kuantitatif ataupun kualitatif (Sivadasan *et al.*, 2002, 2006, 2013; Welker, van der Vaart and Pieter van Donk, 2008; Cheng, Chen and Chen, 2014). S. Sivadasan *et al.* (2006, 2002, 2013) menggunakan pendekatan *information-theoretic methodology* untuk mengukur tingkat kompleksitas kondisi bisnis perusahaan berdasarkan arus pertukaran material dan informasi pada rantai pasok. Selanjutnya, Suja Sivadasan *et al.* (2013) menerapkan metode tersebut untuk membandingkan tingkat kompleksitas rantai pasok pada perusahaan *commodity production* dan *customised production*. Penelitian ini berfokus pada proses perhitungan kuantitatif (*operational complexity*) dengan cara memperhitungkan derasnya arus pertukaran informasi dan material antar komponen rantai pasok yang terdiri atas *Supplier*, *Manufacturer/Company* dan *Customer*. Cheng *et al.* (2014) juga menggunakan pendekatan *information-theoretic methodology* untuk mengukur tingkat kompleksitas rantai pasok secara structural (*structural complexity*) berdasarkan dua faktor utama yaitu *degree of order* (tingkat keterkaitan antara komponen rantai pasok) dan *diversity* (jumlah variasi dan kombinasi antar komponen rantai pasok). Penelitian yang

dilakukan oleh Welker et al. (2008), menganalisis terkait peranan teknologi informasi pada suatu kondisi bisnis tertentu dengan memperhitungkan proses pertukaran informasi baik secara internal ataupun eksternal. Welker et al. (2008) membandingkan beberapa perusahaan dengan kondisi bisnis yang berbeda berdasarkan faktor-faktor seperti *order winner*, *product & process characteristics*, *variety of demand*, *delivery time*, *degree of customization* dan *customer order decoupling point*. Berdasarkan karakteristik perusahaan tersebut selanjutnya Welker et al. (2008) menggunakan pendekatan *multiple study case analysis* dan mengolah data-data tersebut secara kualitatif untuk mengetahui tingkat kebutuhan informasi pada perusahaan.

Disisi lain, terdapat beberapa penelitian yang hanya memaparkan secara umum akan pentingnya teknologi informasi dalam rantai pasok tanpa lebih mendalam mengkaji terkait pemanfaatan dan peranan teknologi informasi pada rantai pasok. Sebagian besar penelitian cenderung lebih berfokus pada sisi industrial yaitu mengenai keterkaitan antara variasi produk yang dapat meningkatkan kompleksitas jaringan rantai pasok (van der Vaart and van Donk, 2004; van Donk and van der Vaart, 2004; Vaart and Donk, 2006; van der Vaart *et al.*, 2012; Bode and Wagner, 2015; Shou *et al.*, 2017). Shou et al. (2017) menggunakan metode penelitian *survey-based analysis* untuk mengetahui keterkaitan antara *product level characteristics* (*product complexity* dan *product variety*) dengan berbagai dimensi integrasi rantai pasok (*internal integration*, *supplier integration* dan *customer integration*). Shou et al. (2017) mengemukakan bahwa semakin tinggi variasi dan kompleksitas produk akan berdampak pada semakin rumitnya perusahaan dalam proses transaksi, koordinasi dan kolaborasi antar komponen jaringan rantai pasok. Gimenez et al. (2012) juga menggunakan pendekatan *survey-based analysis* untuk mengetahui aspek-aspek dalam jaringan rantai pasok yang dapat berpengaruh pada *supply chain integration* dan *supply chain complexity* dimana hal tersebut secara langsung berdampak pada kinerja dari proses bisnis perusahaan. Gimenez et al. (2012) berpendapat bahwa semakin tinggi derajat kompleksitas rantai pasok maka integrasi rantai pasok akan secara positif berpengaruh kuat pada kinerja perusahaan, sebaliknya jika derajat kompleksitas

rantai pasok memiliki nilai rendah maka integrasi rantai pasok tidak akan berpengaruh secara langsung pada kinerja dari proses bisnis perusahaan. Bode & Wagner (2015) mengembangkan suatu model menggunakan pendekatan *multidimensional structural complexity* dengan berfokus pada *upstream supply chain complexity* untuk mengetahui karakteristik rantai pasok yang dapat meningkatkan *supply chain disruption*. Dalam penelitian tersebut, Bode & Wagner (2015) mengemukakan bahwa kompleksitas rantai pasok dipengaruhi oleh adanya interaksi antar aspek-aspek tertentu dalam jaringan rantai pasok, aspek-aspek tersebut meliputi jumlah komponen (*number of elements*), tingkat interaksi atau ketergantungan (*degree of interaction*), tingkat tatanan struktural (*degree of structural order*), tingkat variasi (*level of variety*) dan tingkat ketidakpastian pada sistem (*degree of uncertainty*).

Berdasarkan pemaparan latar belakang diatas dapat diketahui bahwa saat ini masih dibutuhkan penelitian yang menggali keterkaitan tingkat kebutuhan teknologi informasi pada rantai pasok dengan adanya pengaruh variasi produk. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan pengkajian secara lebih mendalam mengenai hubungan antara tingkat kebutuhan teknologi informasi dengan kompleksitas rantai pasok sebagai akibat dari adanya peningkatan variasi produk pada perusahaan baik secara teoritis dan praktis. Secara teoritis, penulis akan mengkombinasikan beberapa penelitian dari berbagai sudut pandang yang telah dipaparkan sebelumnya yaitu Cheng et al. (2014), S. Sivadasan et al. (2006, 2002, 2013), Welker et al. (2008), dengan Bode & Wagner (2015), Shou et al. (2017), Vaart & Donk (2006), van der Vaart et al. (2012), van der Vaart & van Donk (2004), van Donk & van der Vaart (2004). Pada penelitian yang dilakukan oleh Bode & Wagner (2015), Shou et al. (2017), Vaart & Donk (2006), van der Vaart et al. (2012), van der Vaart & van Donk (2004), van Donk & van der Vaart (2004) penulis akan menggali beberapa variable dari kompleksitas produk yang dapat berpengaruh pada kompleksitas rantai pasok. Dari sisi pengaruh kompleksitas rantai pasok pada tingkat kebutuhan teknologi informasi, penulis menggunakan pendekatan *information-sharing mechanism* yaitu berdasarkan kompleksitas pertukaran informasi antar komponen jaringan rantai pasok dengan berpedoman

pada penelitian yang dilakukan oleh Cheng et al. (2014), S. Sivadasan et al. (2006, 2002, 2013), Welker et al. (2008).

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dipaparkan sebelumnya, diketahui bahwa pendekatan yang digunakan pada penelitian baik secara kuantitatif ataupun kualitatif tidak menjelaskan secara mendalam mengenai keterkaitan antara variasi produk, kompleksitas rantai pasok, dan tingkat kebutuhan teknologi informasi. Selain itu, sebagian besar penelitian menjelaskan keterkaitan ketiganya secara terpisah dengan menggunakan metode konvensional, sehingga hal tersebut justru akan mempersulit perusahaan dalam proses implementasi. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu pendekatan yang dapat menjelaskan keterkaitan antara variasi produk, kompleksitas rantai pasok, dan tingkat kebutuhan teknologi informasi secara menyeluruh dengan pemahaman ilustrasi yang jauh lebih mudah dipahami oleh perusahaan.

Terdapat beberapa alternatif metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan terkait hubungan variasi produk, kompleksitas rantai pasok, dan tingkat kebutuhan teknologi informasi. Dalam memenuhi tujuan penelitian ini, dibutuhkan suatu metode yang dapat menjawab kebutuhan yang diharapkan baik dari segi penelitian ataupun perusahaan. Metode populer saat ini yang sering digunakan oleh para peneliti dalam mengatasi permasalahan terkait dunia bisnis adalah metode pemodelan dan simulasi. Pemodelan dan simulasi dipercaya dapat memberikan pemahaman secara mendalam akan suatu proses dari sistem yang kompleks (Suryani, 2006; North and M, 2007). Salah satu metode pemodelan dan simulasi yang memungkinkan diterapkan dalam mengatasi dinamika permasalahan terkait hubungan variasi produk, kompleksitas rantai pasok dan tingkat kebutuhan teknologi informasi adalah *agent-based modeling and simulation* (ABMS).

Penerapan *agent-based modelling and simulation* saat ini telah banyak dilakukan oleh para peneliti di dunia perindustrian. Dalam konteks rantai pasok, *agent based modelling and simulation* digunakan untuk memodelkan serta mensimulasikan kompleksitas pertukaran material dan informasi yang terjadi pada jaringan rantai pasok . Dorigatti *et al.* (2016) menerapkan pendekatan *agent-based*

modelling and simulation untuk membangun suatu kerangka kerja mekanisme interaksi dan kolaborasi pada jaringan rantai pasok. *Agent-based modelling and simulation* digunakan untuk mengestimasi secara lebih akurat terkait dampak keuntungan dan biaya atas kerangka kerja yang dibangun (Dorigatti *et al.*, 2016). Pada penelitian yang dilakukan oleh Long (2016), diintegrasikan metodologi *agent-based*, *flow-centric*, dan *process-oriented* untuk membangun suatu kerangka kerja rantai pasok inter-organisasi yang lebih kolaboratif. Integrasi kerangka kerja tersebut bertujuan untuk menyelaraskan dan merepresentasikan struktur inter-organizational jaringan rantai pasok, mekanisme operasional dari arus pertukaran material dan informasi, serta karakteristik dari masing-masing *agent* di dalam sistem (Long, 2016).

Agent-based modeling and simulation (ABMS), dalam penelitian ini digunakan sebagai *tools* dalam mendukung proses *decision-making* secara praktikal untuk menentukan tingkat kebutuhan teknologi informasi pada suatu rantai pasok yang kompleks. *Agent-based modeling and simulation* (ABMS) merepresentasikan alternatif dalam bisnis untuk melihat sudut pandang di masa depan (*future prediction*) dan pemahaman bisnis dalam mengantisipasi berbagai kemungkinan yang terjadi pada proses pengambilan keputusan (North and M, 2007). *Agent-based modeling and simulation* (ABMS) akan membantu peneliti dalam proses mengidentifikasi karakteristik dan interaksi masing-masing *agent* (*partner*) dalam jaringan rantai pasok melalui proses simulasi dengan berbagai skenario kemungkinan. Diharapkan dengan diterapkannya pengombinasian kedua metode tersebut penulis dapat menemukan pendekatan metode terbaik dalam menentukan tingkat kebutuhan teknologi informasi berdasarkan peningkatan derajat kompleksitas rantai pasok dan variasi produk agar dapat selaras dengan proses bisnis perusahaan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan kesenjangan yang diperoleh dari penelitian sebelumnya, penulis merumuskan permasalahan penelitian utama (*research question*) mengenai pengaruh variasi produk dan kompleksitas rantai pasok terhadap tingkat

kebutuhan teknologi informasi perusahaan, yaitu: “Bagaimana variasi produk dan tingkat kompleksitas rantai pasok dapat berpengaruh terhadap tingkat kebutuhan teknologi informasi pada perusahaan?”. Selanjutnya berdasarkan *research question* tersebut akan dijabarkan secara lebih mendetail yakni sebagai berikut:

1. Bagaimana dampak peningkatan variasi produk terhadap kompleksitas rantai pasok?
2. Bagaimana keterkaitan kompleksitas rantai pasok terhadap tingkat kebutuhan teknologi informasi?
3. Bagaimana memodelkan keterkaitan variasi produk dan kompleksitas rantai pasok terhadap tingkat kebutuhan teknologi informasi menggunakan simulasi dan pemodelan berbasis agen?

1.3 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah dan latar belakang penelitian yang telah dipaparkan sebelumnya, melalui pendekatan *agent-based modeling and simulation* akan dimodelkan keterkaitan variasi produk dan rantai pasok terhadap tingkat kebutuhan teknologi informasi. Penggunaan pendekatan *agent-based modeling and simulation*, bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi produk dan kompleksitas rantai pasok terhadap penerapan teknologi informasi dalam rangka meningkatkan kinerja rantai pasok perusahaan. Oleh karena itu, untuk mendukung tercapainya tujuan tersebut, penulis menjabarkan *major propose* tersebut menjadi beberapa bagian, yakni sebagai berikut:

1. Menganalisis karakteristik kondisi bisnis yang berpengaruh pada peningkatan kompleksitas jaringan rantai pasok.
2. Menganalisis keterkaitan peningkatan variasi produk terhadap tingginya derajat kompleksitas rantai pasok.
3. Menganalisis keterkaitan kompleksitas rantai pasok terhadap tingkat kebutuhan teknologi informasi.
4. Memodelkan pengaruh variasi produk terhadap peningkatan kompleksitas rantai pasok pada suatu kondisi bisnis tertentu dengan menggunakan simulasi dan pemodelan berbasis agen.

5. Memodelkan keterkaitan kompleksitas rantai pasok terhadap tingkat kebutuhan teknologi informasi pada suatu kondisi bisnis tertentu dengan menggunakan simulasi dan pemodelan berbasis agen.
6. Merancang skenario-skenario kebijakan yang dapat digunakan sebagai alternatif pilihan bagi perusahaan dalam upaya untuk meningkatkan kinerja jaringan rantai pasok atas diterapkannya teknologi informasi sesuai dengan kondisi bisnis perusahaan.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan semakin meningkatnya globalisasi dan modernisasi hampir diseluruh aspek lapisan masyarakat, perusahaan dituntut untuk dapat lebih optimal dalam menjalankan proses bisnisnya. Berbagai upaya dilakukan oleh perusahaan dalam rangka memanjakan para pelanggannya, salah satunya dengan meningkatkan variasi dan inovasi produk agar dapat mengikuti tren masyarakat saat ini. Dengan semakin tingginya permintaan variasi produk, perusahaan harus dapat mengintegrasikan setiap *partner* jaringan rantai pasoknya agar tetap dapat selaras dengan tujuan perusahaan. Teknologi informasi memungkinkan perusahaan untuk mengelola jaringan rantai pasok perusahaan agar lebih efektif dan efisien. Teknologi informasi menyediakan layanan yang memudahkan perusahaan dalam bertukar informasi antar *partner* jaringan rantai pasok agar dapat secara *real time* terintegrasi dengan setiap komponen dalam rantai pasok. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat membantu perusahaan dalam menentukan tingkat kebutuhan teknologi informasi dalam upaya mengatasi permasalahan pada rantai pasok dengan berbagai kondisi bisnis yang berbeda di setiap perusahaan.

Pada penelitian ini rantai pasok dikaji dari dua sudut pandang yakni sudut pandang industri dan teknologi informasi. Oleh karena itu, diharapkan penelitian ini dapat memberikan pandangan lebih jauh dan pemahaman lebih dalam terkait dampak variasi produk dan kompleksitas rantai pasok terhadap teknologi informasi, khususnya bagi para peneliti dan akademisi yang ingin melakukan penelitian serupa.

1.5 Kontribusi Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi keterkaitan dampak variasi produk dan kompleksitas rantai pasok terhadap tingkat kebutuhan teknologi informasi melalui metode *agent based modeling and simulation* sebagai metode dalam membuktikan keterkaitan antar ketiganya. Secara terpisah, penelitian ini dibagi menjadi dua sudut pandang yakni dari sudut pandang industri dan teknologi informasi. Dari sudut pandang industri, penelitian ini dapat dijadikan masukan dalam mengidentifikasi dampak variasi produk terhadap rantai pasok perusahaan, yang mana hal tersebut dapat berpengaruh pada kinerja proses bisnis perusahaan. Dari sudut pandang teknologi informasi melalui proses simulasi, penelitian ini memberikan ilustrasi yang lebih jelas mengenai tingkat kebutuhan teknologi informasi berdasarkan pertukaran informasi setiap *agent* dalam hal ini adalah *partner* rantai pasok.

Saat ini masih sedikit penelitian yang menelaah lebih dalam terkait penggabungan dua sudut pandang tersebut. Penelitian ini mengusulkan bahwa dengan adanya peranan teknologi informasi, perusahaan dapat tetap mengelola kompleksitas rantai pasok dengan variasi produk yang semakin bertambah. Pada penelitian ini juga mengombinasikan kondisi bisnis dalam pengukuran kompleksitas rantai pasok, sehingga dapat lebih menyesuaikan dengan kondisi bisnis perusahaan secara nyata. Selain itu, penggunaan pemodelan dan simulasi *agent based* dalam penelitian memudahkan bagi perusahaan untuk memahami secara lebih dalam bagaimana kinerja keterkaitan antara variasi produk dan kompleksitas rantai pasok terhadap tingkat kebutuhan teknologi informasi

1.6 Batasan Penelitian

Topik terkait rantai pasok telah menjadi perbincangan dikalangan peneliti, terdapat berbagai penelitian yang membahas terkait variasi produk, kompleksitas rantai pasok dan teknologi informasi. Namun, penelitian yang menghubungkan ketiganya dari sudut pandang teoritis ataupun empiris masih sangat kurang. Sebagian besar penelitian lebih berfokus pada keterkaitan ketiganya secara terpisah, yakni dari sisi industrial dan teknologi informasi dengan berbagai variasi kondisi

yang berbeda. Oleh karena itu, untuk mengurangi ketidakpastian yang timbul dalam penelitian ini, penulis merumuskan beberapa batasan permasalahan penelitian yakni sebagai berikut:

1. Penelitian berfokus pada keterkaitan variasi produk dengan kompleksitas rantai pasok dilihat dari sudut pandang *supplier* berupa variasi material dan *customer* berupa variasi produk jadi.
2. Pada penelitian ini dilakukan analisis terkait pertukaran informasi sebagai acuan dalam menentukan tingkat kebutuhan teknologi informasi pada integrasi dan kinerja rantai pasok, tanpa secara mendetail menjelaskan mengenai perancangan dalam penerapan pada setiap fungsional bisnis.
3. Pemilihan studi kasus pada penelitian ini didasarkan atas kondisi bisnis perusahaan, dimana studi kasus yang dipilih merupakan suatu UMKM dengan kondisi bisnis *make-to-order* yang bergerak di bidang industri garmen khusus melayani pemesanan hijab dalam partai besar.
4. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini berupa perancangan model keterkaitan variasi produk dan kompleksitas rantai pasok terhadap tingkat kebutuhan teknologi informasi dengan menggunakan pendekatan *agent-based modeling and simulation*, penyusunan skenarioisasi model yang dibangun, dan analisis atas hasil yang diperoleh dari proses pemodelan dan skenarioisasi.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Teori

Kajian teori berisi penjelasan teori-teori yang digunakan berdasarkan literatur yang menunjang latar belakang penelitian. Kajian teori selanjutnya akan digunakan sebagai pedoman dalam melakukan penelitian.

2.1.1 Variasi Produk

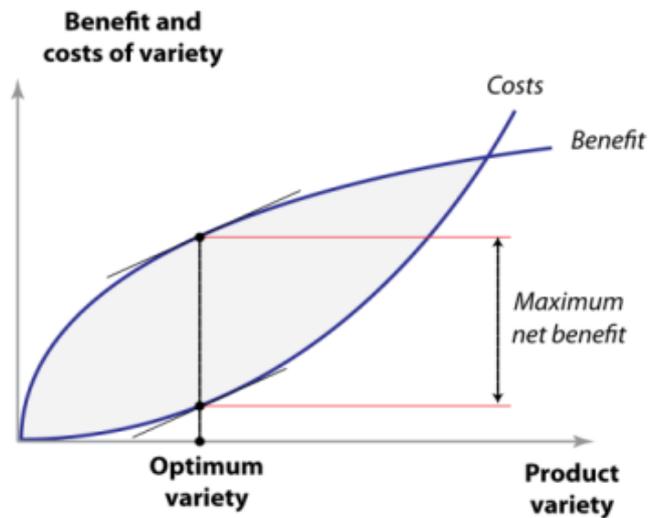
Semakin sengitnya persaingan pasar secara global, banyaknya produk-produk baru yang bermunculan di pasar, sistem manufaktur yang lebih fleksibel dan adaptif, semua dinamika lingkungan bisnis tersebut merupakan alasan setiap perusahaan berlomba-lomba dalam berinovasi untuk memproduksi berbagai variasi produk (Ross and Mocker, 2017). Pelanggan dimanjakan dengan beragam pilihan dan alternatif produk dalam memenuhi setiap kebutuhannya, seiring dengan melimpahnya jumlah variasi produk yang ditawarkan oleh perusahaan dipasaran. Oleh karena itu, perusahaan harus sangat berhati-hati memutuskan kadar variasi produk mereka dalam rangka meningkatkan peluang perusahaan untuk memenangkan persaingan pasar dan memperoleh keuntungan (Lambert, Cooper and Pagh, 1998; Ross and Mocker, 2017).

Sejauh ini, *trend* merupakan faktor yang paling berpengaruh besar dalam memperpanjang rantai variasi produk dan meningkatnya kebutuhan kustomisasi produk. Perusahaan harus dengan cepat merespon *trend* perubahan minat masyarakat dalam hal desain, fungsi, warna, ukuran, kemasan, dan aksesoris produk (Cooper, Lambert and JD, 1997; Lambert, Cooper and Pagh, 1998; Wan, Evers and Dresner, 2012; ElMaraghy *et al.*, 2013; Shou *et al.*, 2017). Peningkatan variasi produk merupakan upaya perusahaan dalam merespon trend yang ada di masyarakat saat ini sehingga memungkinkan bagi perusahaan untuk meningkatkan loyalitas pelanggan, serta memberikan nilai lebih pada daya saing perusahaan terhadap kompetitornya.

Dalam rangka untuk memaksimalkan keuntungan jangka panjang, perusahaan dituntut untuk dapat menyeimbangkan pendapatan atas keuntungan yang diperoleh dengan dampak biaya dari adanya variasi produk (Motiwalla and Thompson, 2012). Namun, dalam mengelola variasi produk yang dari waktu ke waktu semakin meningkat tidaklah mudah. Variasi produk selama ini dipercaya oleh sebagian besar perusahaan sebagai salah satu metode yang menawarkan berbagai keuntungan bagi perusahaan seperti meningkatkan volume pendapatan dan penjualan (ElMaraghy *et al.*, 2009).

Pada kenyataannya, dengan semakin tinggi permintaan variasi produk maka akan berdampak pada semakin rumitnya perusahaan terutama dalam mengelola proses produksi, pengadaan, dan distribusi (ElMaraghy *et al.*, 2013). Hal tersebut dikarenakan dengan semakin bervariasi produk yang dimiliki oleh perusahaan, maka akan berpengaruh pada semakin lebarnya jumlah komponen dan interaksi antar komponen penyusun produk (Shou *et al.*, 2017). Pada Gambar 2.1, diilustrasikan bahwa dengan semakin tinggi variasi produk, biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan akan semakin tinggi dan keuntungan yang diperoleh akan semakin menurun. Oleh karena itu, penting bagi perusahaan untuk menyeimbangkan jumlah variasi produk perusahaan secara optimal agar dapat tetap memenuhi permintaan pelanggan tetapi tetap mempertahankan keselarasan jaringan rantai pasoknya.

Variasi produk memiliki keterkaitan erat dengan kompleksitas produk, yaitu kompleksitas komponen-komponen penyusun suatu produk jadi. Secara umum kompleksitas produk didefinisikan sebagai jumlah komponen/bahan baku yang diperlukan oleh perusahaan dan keterkaitan/hubungan antar komponen satu dengan yang lain dalam rangka untuk memproduksi suatu produk (Bode and Wagner, 2015). Perusahaan yang memiliki kompleksitas produk yang tinggi harus siap dihadapkan dengan kompleksnya permasalahan pada pengelolaan *inventory* dan *capacity* perusahaan, sehingga penting bagi perusahaan untuk menyeimbangkan antara *supply* dan *demand* perusahaan (Shou *et al.*, 2017).



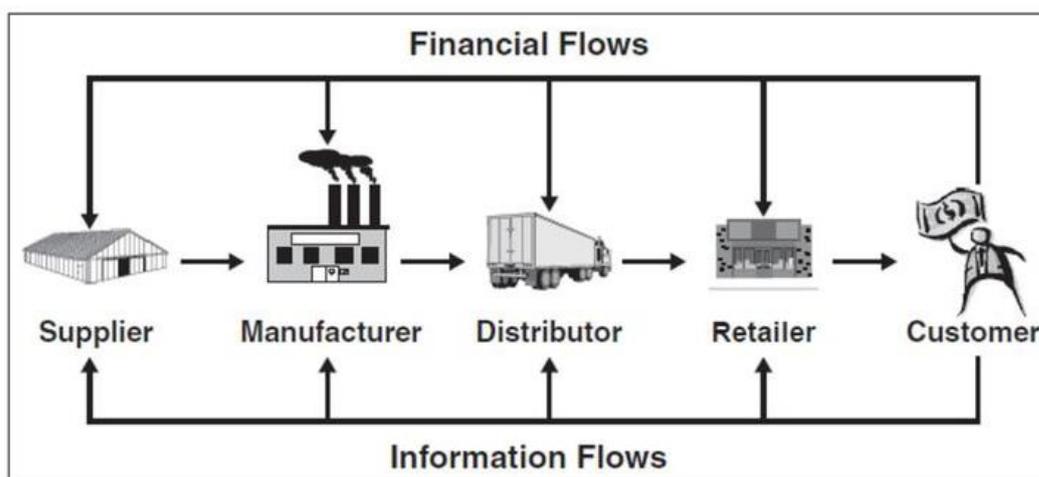
Gambar 2.1 Penjelasan keterkaitan variasi produk terhadap biaya dan keuntungan yang diperoleh perusahaan
(Bednar and Modrak, 2016)

2.1.2 Jaringan Rantai Pasok

Rantai pasok (*supply chain*) merupakan suatu jaringan dari entitas bisnis yang melibatkan arus produk/ layanan dari hulu (*upstream*) ke hilir (*downstream*), dengan adanya intensitas pertukaran informasi antar fungsi dan aktivitas di dalamnya (Cooper and Ellram, 1993; Cooper, Lambert and JD, 1997; Lambert, Cooper and Pagh, 1998; Motiwalla and Thompson, 2012). Berdasarkan *Council of Supply Chain Management Professional (CSCMP)*, rantai pasok identik dengan suatu sistem yang kompleks, dimana terdapat serangkaian aktivitas yang meliputi perencanaan dan pengelolaan keseluruhan proses pada jaringan rantai pasok, termasuk di dalamnya terdapat interaksi antara perusahaan dengan *channel/ partner* secara simultan pada kondisi lingkungan yang tidak menentu (Sivadasan *et al.*, 2002, 2006, 2010, 2013; Motiwalla and Thompson, 2012).

Pada manajemen rantai pasok kunci utama dalam mewujudkan suatu jaringan rantai pasok yang efektif adalah dengan melibatkan proses koordinasi dan integrasi antara perusahaan dengan setiap komponen (*channel/ partner*) di dalam aliran jaringan rantai pasok (Motiwalla and Thompson, 2012). Dengan terciptanya koordinasi dan integrasi yang efektif pada arus jaringan rantai pasok, perusahaan dapat dengan mudah untuk meningkatkan efisiensi dalam proses manajemen rantai pasok dan perusahaan dapat dengan cepat merespon *demand* dari setiap *partner*.

Dalam aliran jaringan rantai pasok, terdapat tiga hal yang saling dipertukarkan antar komponen (*channel/ partner*), yakni *product flow*, *information flow* dan *finance flow* (Motiwalla and Thompson, 2012). *Product flow* meliputi pertukaran barang (*material/ finishing good*) antar *channel/ partner*, seperti pertukaran material bahan mentah yang digunakan pada proses produksi dari *supplier* ke perusahaan melalui proses pengadaan (*procurement*) (Wagner and Weidner, 2016a), konsumen melakukan pembelian produk ke perusahaan (*sales*) (Wagner and Weidner, 2016b). *Information flow* meliputi proses pertukaran informasi (*information sharing*) antar *channel/ partner*, seperti informasi jumlah pembelian material antara perusahaan dengan *supplier* (*purchase order*) (Wagner and Weidner, 2016a) atau jumlah pemesanan produk antara perusahaan dengan konsumen (*sales order*) (Wagner and Weidner, 2016b), *delivery time*, dan *shipment schedule*. *Financial flow* meliputi pertukaran *value* atau *finacial* antar *channel/ partner* dimana biasanya berbentuk uang atau *revenue* yang diperoleh, seperti *payment schedule*, *invoice*, *delivery cost* (Wagner, Weidner and Boldau, 2016). Secara keseluruhan, proses pertukaran antar komponen (*channel/ partner*) dalam jaringan rantai pasok diilustrasikan sesuai pada Gambar 2.2, yakni sebagai berikut:



Gambar 2.2 Diagram aliran rantai pasok
(Motiwalla and Thompson, 2012)

2.1.3 Kompleksitas Rantai Pasok

Rantai pasok didefinisikan sebagai *network* pada suatu organisasi yang mana setiap *node* saling terhubung satu sama lain dari hulu (*upstream*) ke hilir

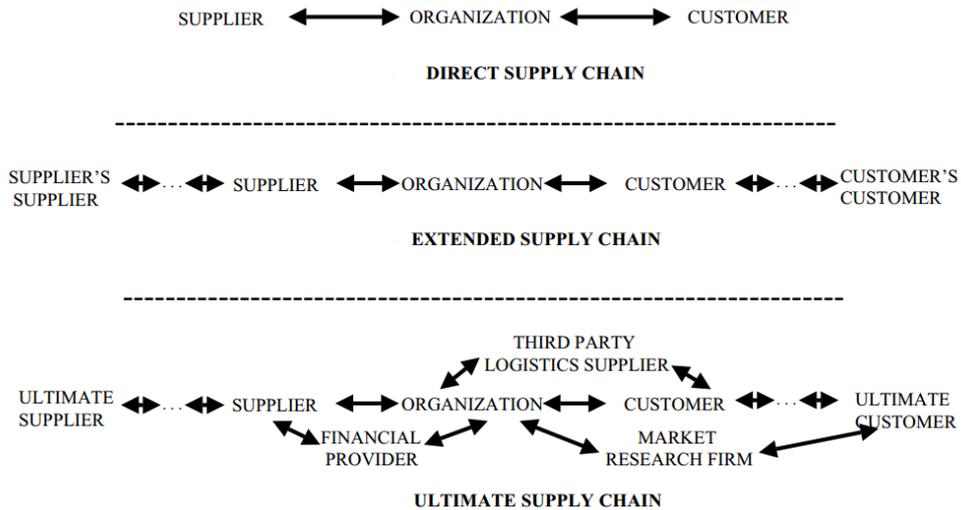
(*downstream*) dengan berbagai proses dan aktivitas berbeda untuk menghasilkan suatu nilai dalam bentuk produk atau layanan (Mentzer *et al.*, 2001; Motiwalla and Thompson, 2012). Dari definisi rantai pasok tersebut dapat diketahui bahwa jaringan rantai pasok terdiri atas berbagai komponen penyusun yang terlibat di dalamnya yaitu *upstream* yang berarti adalah *supply* (penyedia) dan *downstream* yang berarti *distribution* (penyalur), serta *ultimate customer* yakni gabungan antara setiap komponen dalam rantai pasok (Mentzer *et al.*, 2001).

Kompleksitas diasosiasikan dengan suatu sistem yang sulit untuk dipahami, dijelaskan, diprediksi dan dikelola. Kompleksitas pada jaringan rantai pasok diartikan sebagai kompleksnya arus aliran pada jaringan rantai pasok dimana pada jaringan rantai pasok melibatkan berbagai komponen serta aspek-aspek yang saling berhubungan satu sama lain (Bode and Wagner, 2015). Komponen dan aspek-aspek tersebut antara lain adalah level rantai pasok dari hulu ke hilir (*number of tiers*), tingkat interaksi (*degree of interaction*), tingkat tatanan struktural (*degree of structural order*), tingkat variasi (*level of variety*) dan tingkat ketidakpastian pada sistem (*degree of uncertainty*) (Choi and Hong, 2002; Sivadasan *et al.*, 2002; Cheng, Chen and Chen, 2014; Bode and Wagner, 2015).

Terdapat berbagai pendapat dalam menentukan dan mengukur terkait kompleksitas dari suatu jaringan rantai pasok. Banyak penelitian yang berpandangan bahwa kompleksitas rantai pasok merupakan suatu fenomena *multi-dimensional* yang didasari atas berbagai faktor yang berpengaruh di dalamnya. Faktor-faktor tersebut dapat dibedakan atas *scope* dan spesifikasi *parts/ segments* dari penelitian (Bode and Wagner, 2015).

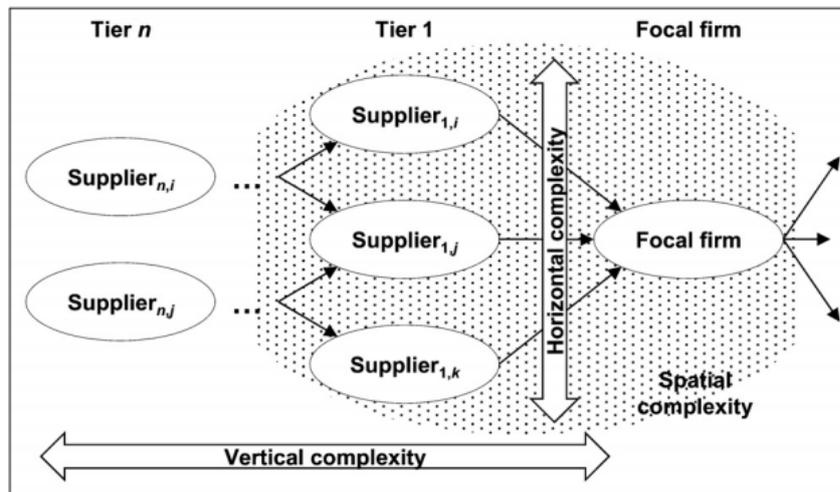
Mentzer *et al.* (2001) mendefinisikan derajat kompleksitas rantai pasok menjadi tiga kategori yakni *direct supply chain*, *extended supply chain*, dan *ultimate supply chain*. *Direct supply chain*, terdiri atas perusahaan, *supplier*, dan konsumen yang terlibat pada aliran produk/ layanan, finansial, dan informasi dari hulu hingga ke hilir. *Extended supply chain* merupakan rantai pasok yang mencakup *supplier* dari *supplier* utama dan juga konsumen dari konsumen utama yang terlibat pada aliran produk/ layanan, finansial, dan informasi dari hulu hingga ke hilir. *Ultimate supply chain* merupakan rantai pasok yang mencakup seluruh

organisasi yang terlibat pada aliran jaringan rantai pasok dari hulu hingga hilir, dimana rantai pasok ini merupakan rantai pasok yang paling kompleks. Secara keseluruhan, kompleksitas rantai pasok menurut Mentzer et al. (2001) diilustrasikan sesuai dengan Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Tipe kompleksitas rantai pasok menurut keterkaitan antar *channel*
(Mentzer *et al.*, 2001)

Kompleksitas rantai pasok mengacu pada perbedaan atau variasi yang ada dalam suatu organisasi, dimana hal tersebut dipengaruhi oleh jumlah sub-sistem atau level perbedaan/ variasi yang saling berinteraksi di dalam organisasi (Choi and Hong, 2002). Choi & Hong (2002) mendefinisikan kompleksitas rantai pasok menjadi tiga tipe ukuran yakni *horizontal complexity*, *vertical complexity*, dan *spatial complexity*. *Horizontal complexity* mengacu pada jumlah entitas yang berbeda pada level yang sama, dalam jaringan rantai pasok diukur sesuai dengan jumlah *supplier* pada setiap *tiers*. *Vertical complexity* mengacu pada jumlah level yang ada pada sistem, dalam jaringan rantai pasok diukur sesuai dengan jumlah *tiers* yang terlibat dalam jaringan rantai pasok. *Spatial complexity* mengacu pada jumlah *operating location* atau tingkat dispersi antar anggota dalam sistem, dalam jaringan rantai pasok diukur berdasarkan rata-rata jarak antara dua perusahaan yang saling terikat dalam proses pembelian (*buying*) dan pengadaan (*supplying*).



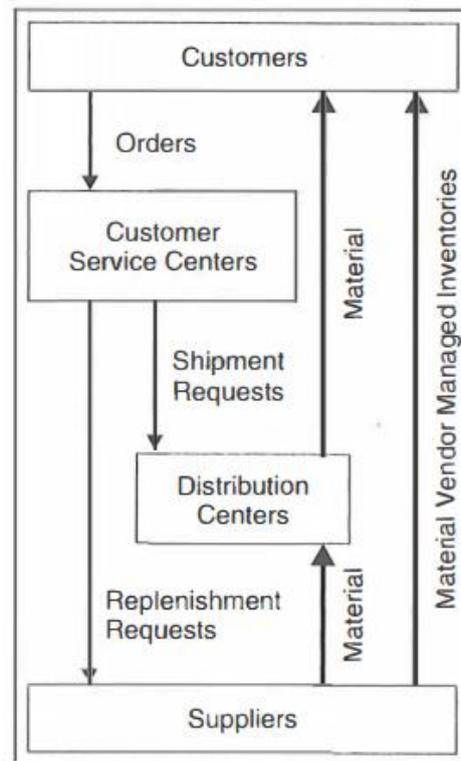
Gambar 2.4 Pengukuran kompleksitas rantai pasok secara struktural
(Choi and Hong, 2002)

2.1.4 Teknologi Informasi dalam Rantai Pasok

Secara umum, implementasi teknologi informasi pada dunia perindustrian merupakan salah satu strategi bisnis untuk membantu perusahaan dalam meningkatkan produktifitas proses bisnisnya. Teknologi informasi menyediakan wadah bagi perusahaan untuk dapat secara *real time* mengakses berbagai informasi yang dibutuhkan dalam menjaga keberlangsungan proses bisnis perusahaan, sekaligus mendukung perusahaan dalam proses pengambilan keputusan yang jauh lebih efektif dan efisien (Auramo, Kauremaa and Tanskanen, 2005).

Dalam konteks rantai pasok, pengaruh penggunaan teknologi dapat dikategorikan menjadi dua aspek, yakni integrasi rantai pasok (*supply chain integration*) dan kinerja rantai pasok (*supply chain performance*) (Zhang, Pieter van Donk and van der Vaart, 2011; Motiwalla and Thompson, 2012). Integrasi rantai pasok merupakan kunci utama mewujudkan kesuksesan dalam jaringan rantai pasok, yang mana salah satu faktor penting integrasi rantai pasok adalah dengan meningkatkan *coordination* dan *collaboration* antar partener jaringan rantai pasok. Pada Gambar 2.5 diilustrasikan proses kolaborasi dan koordinasi antar partner pada jaringan rantai pasok. Dalam rangka mengintegrasikan keseluruhan proses interaksi antar jaringan rantai pasok, perusahaan harus memperhatikan aspek *sharing* dan

access (Sivadasan *et al.*, 2002; Welker, van der Vaart and Pieter van Donk, 2008; Motiwalla and Thompson, 2012; Shou *et al.*, 2017).



Gambar 2.5 Proses koordinasi dan kolaborasi dalam jaringan rantai pasok
(Motiwalla and Thompson, 2012)

Sharing dan *access* dalam hal ini diartikan bahwa antar jaringan rantai pasok harus dapat secara penuh bekerja sama dalam hal pertukaran informasi-informasi penting dan mengizinkan antar jaringan rantai pasok mengakses informasi tersebut, sehingga perusahaan dapat mewujudkan jaringan rantai pasok yang lebih responsif, efektif dan efisien (Motiwalla and Thompson, 2012).

Dalam mewujudkan terciptanya kedua aspek tersebut, dibutuhkan peranan teknologi informasi dalam menyediakan fasilitas untuk mengatasi permasalahan terkait dengan semakin derasnya arus informasi yang dipertukarkan antar jaringan rantai pasok (Motiwalla and Thompson, 2012). Penerapan teknologi informasi pada perusahaan, akan meningkatkan kualitas informasi yang diterima oleh masing-masing *channel partner* secara lebih efektif dan efisien, sehingga integrasi rantai pasok dapat tercipta (Zhang, Pieter van Donk and van der Vaart, 2011; Zhou *et al.*, 2014). Dengan tercapainya aspek *sharing* dan *accept* pada jaringan rantai pasok,

maka proses kolaborasi dan koordinasi antar *channel partner* perusahaan dapat diwujudkan dalam rangka terciptanya kesuksesan integrasi rantai pasok pada perusahaan.

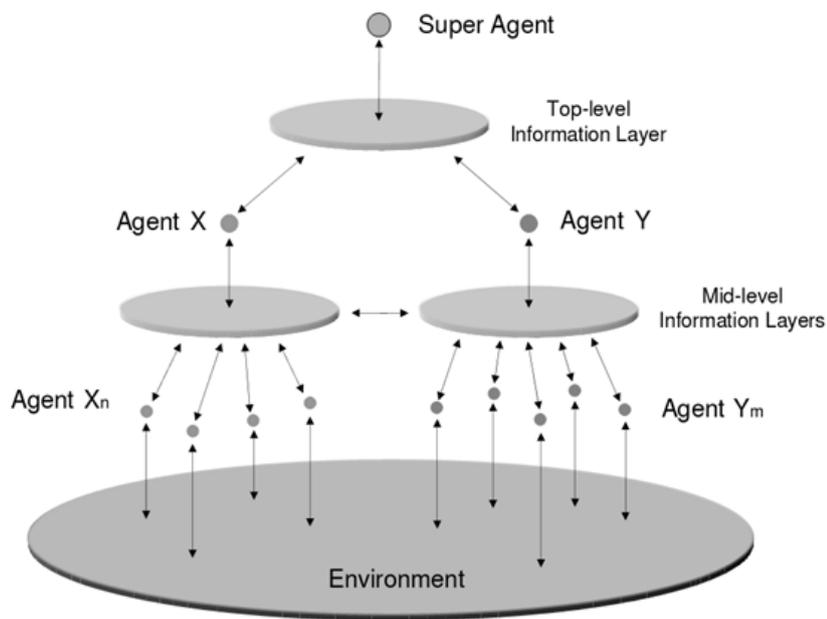
Apabila telah tercipta jaringan rantai pasok yang saling teintegrasi, perusahaan dapat memperoleh banyak keuntungan dimana salah satunya adalah peningkatan kinerja rantai pasok dan proses bisnis perusahaan (Qrunfleh and Tarafdar, 2014). Peningkatan kinerja rantai pasok perusahaan dapat didefinisikan sebagai kemampuan perusahaan dalam mengelola proses bisnis perusahaan secara lebih efektif dan efisien, dimana peningkatan kinerja rantai pasok identik dengan peningkatan revenue dan profit yang diperoleh perusahaan. Pada beberapa penelitian menunjukkan bahwa teknologi informasi berpengaruh langsung terhadap peningkatan kinerja rantai pasok (Zhang, Pieter van Donk and van der Vaart, 2011; Qrunfleh and Tarafdar, 2014), hal tersebut dibuktikan dengan penggunaan teknologi informasi akan memudahkan perusahaan dalam proses pertukaran informasi yang mana hal tersebut akan secara langsung berpengaruh pada peningkatan kinerja rantai pasok (Zhang, Pieter van Donk and van der Vaart, 2011).

2.1.5 Agent-Based Modeling and Simulation (ABMS)

Selama dekade terakhir berbagai kombinasi kompleksitas seperti perekonomian, teknologi, dan pangsa pasar yang semakin menguat, memaksa perusahaan untuk melakukan improfisasi pada strategi bisnis yang dijalankan. Seiring dengan semakin kompleksnya dunia perindustrian, *agent-based modeling and simulation (ABMS)* dibangun sebagai pilihan alternatif bagi perusahaan untuk menangani *behaviour* dari suatu sistem yang kompleks (North and M, 2007). Sama dengan berbagai teknik simulasi dan object-oriented programming yang telah terbukti kesuksesannya, teknik *agent-based modeling and simulation (ABMS)* juga sudah banyak dimanfaatkan dalam dunia bisnis dalam memodelkan berbagai sistem dengan *outcome/ returns* yang jauh lebih cepat secara langsung (Macal and North, 2014).

Agent-based modeling and simulation (ABMS) merupakan suatu pendekatan dalam *modeling systems* secara autonomous yang direpresentasikan

dalam *interactive agents*, yang mana *agents* memiliki kemampuan dalam mengambil keputusan dan antar *agents* dapat saling berinteraksi dan bertukar informasi (North and M, 2007; Railsback and Grimm, 2012; Macal and North, 2014; Lewe, 2017). Pada Gambar 2.6 digambarkan suatu representasi dari teknik *agent-based modelling* yang mengilustrasikan interaksi antar *agents* di dalam sistem/ lingkungan. Hal tersebut dapat dicapai melalui *basic conditional rules (mobile agent)* atau melalui *highly adaptive technique (artificial intelligence)*.



Gambar 2.6 Agent-bases modeling and simulation (ABMS)
(Lewe, 2017)

Agent-based modeling and simulation (ABMS) sering dikaitkan dengan *mobile agent* dan *artificial intelligence (AI)* (North and M, 2007). Pada *mobile agent research*, dibentuk *proxy-proxy* sebagai *individual agent* yang berinteraksi secara langsung dengan pengguna (*user*) atau *agent* lain, dimana *agent* tersebut dimaksudkan untuk melaksanakan suatu proses atau transaksi dalam sistem seperti monitoring sistem, mengoperasikan sistem guna menggantikan posisi sumber daya manusia (Railsback and Grimm, 2012). Sedangkan pada *agent-based modelling and simulation* dibentuk *agent-agent* yang secara utama berinteraksi dengan *agent* lain, maupun melakukan interaksi antar pengguna dalam sistem. *Agent-agent* tersebut dimaksudkan untuk merepresentasikan *behaviour/ characteristics* dari komponen *real system* guna mereproduksi model *behaviour system* yang dibangun

(Railsback and Grimm, 2012). *Artificial intelligence* (AI) berfokus pada pembuatan sintetik sistem yang merepresentasikan manusia atau fungsi utama dari suatu individu, sedangkan pada *agent-based simulation* lebih menekankan pada pembangunan suatu model yang merepresentasikan fungsi-fungsi utama (*critical features*) dari *complex systems* menggunakan *component-level rules*.

Salah satu keuntungan penggunaan *agent-based modeling and simulation* (ABMS) adalah kemampuan metode ini dalam merepresentasikan karakteristik dari kompleksitas sistem secara sederhana, yang mana hal tersebut sangatlah sesuai untuk menyelesaikan berbagai permasalahan terkait dunia bisnis yang saat ini semakin kompleks (North and M, 2007; Macal and North, 2014; Lewe, 2017). *Agent-based modeling and simulation* (ABMS) dapat menunjukkan keterkaitan antar komponen dalam sistem secara lebih terperinci sehingga dapat diidentifikasi kemungkinan-kemungkinan yang dapat terjadi diluar prediksi (North and M, 2007). Dengan mengetahui koneksi antar komponen di dalam sistem, memungkinkan pengguna untuk menginvestigasi kemungkinan interaksi dan intervensi yang ada sehingga dapat diperoleh *value* yang lebih baik. *Value* yang dimaksud dalam hal ini adalah informasi-informasi yang dapat digunakan oleh perusahaan pada proses pengambilan keputusan.

2.2 Kajian Penelitian Terdahulu

Tujuan utama sub-bab kajian penelitian terdahulu ini adalah untuk melakukan kajian berbagai literatur terkait pengaruh variasi produk, kompleksitas rantai pasok, dan tingkat kebutuhan teknologi informasi yang nantinya akan digunakan sebagai dasar dari penelitian. Dikumpulkan penelitian-penelitian dari berbagai kajian literatur khususnya pada area terkait *Business, Management and Accounting, Computer Science, Decision Sciences, Economics, Econometrics and Finance, Engineering, Materials Science, Mathematics*. Dari keseluruhan kajian literatur penelitian yang ditemukan, dilakukan proses pengklasifikasian kajian literatur menjadi tiga kategori yaitu pengaruh variasi produk pada kompleksitas rantai pasok, keterkaitan kondisi bisnis, kompleksitas rantai pasok dan tingkat kebutuhan teknologi informasi, dan peranan penerapan teknologi informasi pada

rantai pasok. Penjelasan untuk masing-masing kajian literatur tersebut akan dipaparkan sesuai dengan ketiga pengkategorian yang telah didefinisikan sebelumnya, yakni sebagai berikut:

2.2.1 Pengaruh variasi produk pada kompleksitas rantai pasok

Semakin sengitnya persaingan pasar secara global, banyaknya produk-produk baru yang bermunculan di pasar, sistem manufaktur yang lebih fleksibel dan adaptif, semua dinamika lingkungan bisnis tersebut merupakan alasan setiap perusahaan berlomba-lomba dalam berinovasi untuk memproduksi berbagai variasi produk (Blome, Schoenherr and Eckstein, 2014; Ross and Mocker, 2017; Um *et al.*, 2017). Selama ini, variasi produk dianggap sebagai salah satu strategi peningkatan peluang perusahaan dalam memenangkan persaingan pasar dan memperoleh keuntungan (Lambert, Cooper and Pagh, 1998; Ross and Mocker, 2017). Namun, perusahaan tidak menyadari bahwa dengan semakin banyaknya variasi produk yang ditawarkan, akan berdampak pada semakin kompleksnya komponen-komponen yang diperlukan untuk menyusun produk (Welker, van der Vaart and Pieter van Donk, 2008; Bode and Wagner, 2015; Shou *et al.*, 2017). Perusahaan dengan berbagai variasi produknya harus siap dihadapkan dengan semakin kompleksnya permasalahan di sepanjang jaringan rantai pasok seperti pengelolaan *inventory* dan *capacity* dalam rangka menyeimbangkan antara *supply* dan *demand* perusahaan (Motiwalla and Thompson, 2012; Shou *et al.*, 2017; Wan and Sanders, 2017).

Dalam dunia bisnis *produk design* (variasi produk dan kompleksitas produk) dianggap sebagai tantangan yang cukup berat bagi perusahaan, khususnya dalam rantai pasok yang mana lebih menekankan pada fleksibilitas dan responsibilitas perusahaan terhadap permintaan pelanggan secara lebih efisien baik dari segi waktu dan biaya (Shou *et al.*, 2017). ElMaraghy *et al.* (2012) mengungkapkan bahwa semakin tinggi variasi produk berpengaruh pada peningkatan kompleksitas dari proses *supply* dan *assembly*. Pada proses perakitan, tingginya variasi dan kompleksitas mengakibatkan *human error* dan hal tersebut akan berdampak pada kinerja dari sistem. Selain itu, peningkatan variasi produk juga berimbas pada meningkatnya *cost* dan semakin panjangnya *process time*. Pernyataan tersebut juga didukung oleh Inman and Blumenfeld (2014), dimana

dalam merakit suatu produk setiap bagian komponen harus terpenuhi, semakin unik dan bervariasinya komponen penyusunnya, semakin tinggi risiko yang harus dihadapi dan hal tersebut tentu akan berpengaruh pada membengkaknya *cost* yang harus ditanggung oleh perusahaan.

Inman dan Blumenfeld (2014), berpendapat bahwa terdapat keterkaitan erat antara variasi produk dan kompleksitas produk. Variasi produk didefinisikan dengan semakin banyaknya jenis dan jumlah produk yang ditawarkan oleh perusahaan pada waktu tertentu yang mana hal tersebut berpengaruh pada kompleksitas produk (Inman and Blumenfeld, 2014; Shou *et al.*, 2017). Kompleksitas produk dibagi atas tiga atribut yaitu jumlah komponen, interaksi antar komponen dan kebaruan produk. Menurut Shou *et al.* (2017) dengan semakin tingginya variasi produk dan kompleksitas produk, akan berdampak pada semakin rumitnya perusahaan dalam proses transaksi, koordinasi dan kolaborasi antar *channel* jaringan rantai pasok. Dengan menggunakan instrument pengumpulan data *survey-bases strategy*, Shou *et al.* (2017) mengidentifikasi keterkaitan antara *product design dimension* (*product variety* dan *product complexity*) dengan *supply chain integration* (*supplier*, *internal*, dan *customer*). Shou *et al.* (2017) mengungkapkan bahwa kompleksitas produk memiliki dampak positif terhadap dua dimensi *supply chain integration* yakni *internal integration* dan *supplier integration*, namun tidak berdampak secara langsung pada *customer integration*. Sedangkan, variasi akan berdampak pada ketiga dimensi *supply chain integration* yakni *internal*, *customer*, dan *supplier integration*. Oleh karena itu, penting bagi perusahaan untuk melakukan perencanaan secara matang sebelum memutuskan untuk menambah variasi produk dan memastikan bahwa produk tersebut dapat memberikan *value* lebih bagi perusahaan (Ross and Mocker, 2017).

Mendukung pernyataan Ross and Mocker (2017), Aitken *et al.* (2016) berpendapat bahwa penting bagi perusahaan untuk memahami perbedaan antara kebutuhan utama bagi perusahaan “*necessary*” dan kebutuhan yang dirasa dapat dikesampingkan “*unnecessary*” dalam rantai pasoknya. Secara umum, kompleksitas rantai pasok diilustrasikan sebagai pembawa *negative impact* pada kinerja operasional perusahaan. Namun, tidak selamanya kompleksitas rantai

pasok tersebut hanya akan menimbulkan dampak negatif bagi perusahaan, seperti strategi perluasan *product lines* dan derajat kustomisasi produk, inovasi-inovasi produk baru, hingga strategi dalam perluasan segmentasi pasar (Aitken, Bozarth and Garn, 2016). Aitken *et al.* (2016) mengembangkan suatu model konseptual berdasarkan perspektif *business unit* (BU) yang bertujuan untuk membantu perusahaan dalam memahami lebih jauh terkait kebutuhan perusahaan akan strategi mengenai kompleksitas rantai pasoknya. Aitken *et al.* (2016) menambahkan bahwa keberhasilan *individual business unit* dalam merespon kompleksitas rantai pasok juga dipengaruhi oleh berbagai hal seperti kondisi bisnis saat ini dan peran serta pimpinan dalam menangani berbagai kemungkinan yang ada.

2.2.2 Keterkaitan kondisi bisnis, kompleksitas rantai pasok dan tingkat kebutuhan teknologi informasi

2.2.2.1 Keterkaitan kondisi bisnis dengan kompleksitas rantai pasok

Secara umum, rantai pasok (*supply chain*) didefinisikan sebagai suatu jaringan kompleks dari entitas bisnis yang melibatkan arus produk/ layanan dari hulu (*upstream*) ke hilir (*downstream*) (Cooper and Ellram, 1993; Cooper, Lambert and JD, 1997; Lambert, Cooper and Pagh, 1998; Motiwalla and Thompson, 2012). Rantai pasok identik dengan suatu sistem dinamik yang memiliki ketidakpastian cukup tinggi bahkan untuk perusahaan berskala kecil sekalipun. Rantai pasok terdiri atas rangkaian jaringan dari berbagai entitas bisnis yang saling berinteraksi dan bertukar informasi, material, serta finansial (Sivadasan *et al.*, 2002, 2006, 2010, 2013; Motiwalla and Thompson, 2012).

Dalam konteks rantai pasok, kondisi bisnis didefinisikan sebagai *uncertainty condition* yang berpengaruh pada kompleksitas jaringan rantai pasok seperti *decoupling point strategy, volume-variety materials and products, process type, lead time*, dan lain sebagainya (van Donk and van der Vaart, 2004). Gimenez *et al.* (2012) mendefinisikan kompleksitas rantai pasok dengan indikator-indikator seperti (*order winners, volume, variety, lead time, percentage MTO/MTS, batch size*) sebagai representasi faktor-faktor dari kondisi bisnis yang menentukan kompleksitas dari proses *ordering, manufacturing* dan *delivering* pada *supplier-*

buyer relationship. Gimenez et al. (2012) juga menambahkan bahwa perusahaan harus memaksimalkan integrasi konsumen yang memiliki tingkat kompleksitas tertinggi, dimana tingkat kompleksitas tersebut dipengaruhi oleh permintaan variasi produk yang tinggi, tipe produksi MTO dengan skala produksi rendah, dan memiliki ekspektasi yang tinggi terhadap fleksibilitas dan kualitas. Hal tersebut mengindikasikan bahwa, kondisi bisnis terutama *decoupling point strategy* berpengaruh penting dalam peningkatan kompleksitas rantai pasok perusahaan (van der Vaart and van Donk, 2004; Vaart and Donk, 2006; Gimenez, Van Der Vaart and Van Donk, 2012).

Welker *et al.* (2008) mendefinisikan kompleksitas rantai pasok sebagai kondisi bisnis perusahaan, yang mana terdapat dua tipe kondisi bisnis yakni *simple business condition* dan *complex business condition*. *Simple business condition* dikaitkan dengan keterbatasan dalam proses *information sharing*, dimana informasi yang bersifat eksternal hanya terbatas pada ketersediaan produk (*product availability*), sedangkan informasi internal hanya terkait status persediaan (*inventory status*). Pada *complex business condition* proses pertukaran informasi memiliki intensitas lebih tinggi, dimana setiap pertukaran informasi yang dilakukan baik secara internal ataupun eksternal akan berpengaruh pada proses pengambilan keputusan terkait produk, dan ketersediaan kapasitas material.

Selain kondisi bisnis perusahaan, terdapat banyak faktor yang berpengaruh pada tingginya kompleksitas rantai pasok. Bode and Wagner (2015) berpendapat bahwa kompleksitas rantai pasok merupakan dampak dari interaksi antara aspek-aspek tertentu pada jaringan rantai pasok baik secara horisontal, vertikal, ataupun spasial, yang meliputi jumlah komponen (*number of elements*), tingkat interaksi atau ketergantungan (*degree of interaction*), tingkat tatanan struktural (*degree of structural order*), tingkat variasi (*level of variety*) dan tingkat ketidakpastian pada sistem (*degree of uncertainty*) (Sivadasan *et al.*, 2002; Cheng, Chen and Chen, 2014; Bode and Wagner, 2015). Aitken *et al.* (2016) menambahkan bahwa faktor yang berpengaruh pada kompleksitas rantai pasok terutama dalam suatu *individual business unit* dapat dipetakan menjadi dua kategori yakni berdasarkan *type (detail*

atau *dynamic*), origin (*upstream*, *downstream*, atau *internal business unit*), dan *business strategy* (*strategic* atau *dysfunctional*).

2.2.2.2 Pengukuran kompleksitas jaringan rantai pasok

Kompleksitas rantai pasok dapat dikelompokkan berdasarkan karakteristiknya yang saling berkaitan yaitu *structural complexity* (*static complexity*) dan *operational complexity* (*dynamic complexity*) (Sivadasan *et al.*, 2002; de Leeuw, Grotenhuis and van Goor, 2013; Cheng, Chen and Chen, 2014; Bode and Wagner, 2015). *Structural complexity* dikaitkan dengan variasi komponen yang telah didefinisikan pada suatu sistem yang bersifat statis (Bode and Wagner, 2015). Sedangkan *operational complexity* merupakan sistem rantai pasok yang memiliki karakteristik utama yakni ketidakpastian, dimana apabila semakin tinggi *operational complexity* pada rantai pasok akan berakibat pada semakin tingginya arus pertukaran informasi dan material di dalamnya (Sivadasan *et al.*, 2002).

Menurut Cheng *et al.* (2014), terdapat dua faktor yang berpengaruh pada derajat kompleksitas struktural jaringan rantai pasok, yakni *degree of order* dan *diversity*. *Degree of order* merupakan derajat keterkaitan antar member secara individu pada jaringan rantai pasok, sedangkan *diversity* mengilustrasikan jumlah variasi member jaringan rantai pasok dimana semakin banyak variasi member rantai pasok akan membuat struktur jaringan rantai pasok menjadi semakin kompleks dan berkombinasi (Cheng, Chen and Chen, 2014). Mendukung pernyataan Cheng *et al.* (2014), Bode & Wagner (2015) mengungkapkan bahwa kompleksitas struktural organisasi diukur berdasarkan jumlah komponen (*tiers*) pada jaringan rantai pasok yang meliputi kompleksitas horisontal, vertikal, dan spasial.

Dalam konteks *operational complexity*, Sivadasan *et al.* (2013) mengungkapkan bahwa *operational complexity* identik dengan ketidakpastian interaksi antar komponen pada suatu sistem yang selalu berubah-ubah. Terdapat dua penyebab utama yang dapat berdampak pada peningkatan derajat *operational complexity*, yakni *internal transfer* dan *eksternal transfer*. *Internal transfer* merupakan kompleksitas operasional yang berasal dari dalam sistem internal

perusahaan melalui suatu proses atau prosedur yang menyimpang dari sistem (*generating operational complexity*), sedangkan *eksternal transfer* merupakan kompleksitas operasional yang diperoleh perusahaan dari interaksi antar *partner* rantai pasok di luar perusahaan seperti *customer* dan *supplier* (*absorbing operational complexity*).

Terdapat berbagai pilihan alternatif metode dalam mengukur tingkat kompleksitas rantai pasok baik menggunakan pendekatan kualitatif ataupun kuantitatif. Penggunaan masing-masing metode memiliki keunggulan masing-masing dalam mengukur tingkat kompleksitas rantai pasok, tergantung dengan focus penelitian yang dilakukan. Pada kajian pustaka ini, akan dikaji beberapa penelitian dengan pendekatan metode penelitian baik secara kualitatif ataupun kuantitatif dalam mengukur tingkat kompleksitas rantai pasok dari berbagai sudut pandang.

Dengan menggunakan metode penelitian secara kualitatif, Vaart & Donk (2006) mengidentifikasi kompleksitas rantai pasok berdasarkan karakteristik kondisi bisnis yang sesuai bagi *supplier* dalam rangka menjaga koordinasi dan kolaborasi dengan pembeli utama (*key-buyers*). Welker *et al.* (2008) juga menggunakan pendekatan penelitian kualitatif dalam menganalisis keterkaitan rantai pasok dengan tingkat kebutuhan teknologi informasi berdasarkan perukaran arus informasi baik secara internal (*information sharing* di dalam perusahaan selama *order processing*) dan eksternal (*information sharing* antara *customer* dan *supplier company*) pada industri *small medium enterprise*. Berbeda dengan Welker *et al.* (2008) yang melakukan analisis dampak kompleksitas rantai pasok pada industri *small medium enterprise*, de Leeuw *et al.* (2013) menggunakan pendekatan metode penelitian secara kualitatif untuk mengembangkan suatu metode dalam mengukur permasalahan terkait kompleksitas sistem rantai pasok, khususnya pada *distributive trade/ wholesaler*. de Leeuw *et al.* (2013) mengombinasikan delapan variabel derajat kompleksitas rantai pasok (*uncertainty, diversity, size, variability, structure, speed, information synchronization, dan cooperation*) untuk mengidentifikasi enam mekanisme dalam mengatasi permasalahan kompleksitas

rantai pasok yakni *inventory*, *resource flexibility*, *information exchange*, *rationalisation*, *outsorce*, dan *isolate activities*.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Suja Sivadasan *et al.* (2013), dimana pada penelitian ini digunakan sudut pandang *operational complexity* dengan pendekatan metode kuantitatif dan *complexity-adding information flow* untuk mengukur tingkat kompleksitas rantai pasok pada dua kondisi bisnis yang berbeda yaitu *commodity production* dan *customised production*. S. Sivadasan *et al.* (2006) berpendapat bahwa kompleksitas operasional suatu jaringan rantai dan jumlah pertukaran informasi pada sistem dapat berasosiasi dengan beberapa aspek pada perusahaan, yakni variasi permintaan pelanggan yang cenderung memiliki fluktuasi yang berubah-ubah, reabilitas pasokan material, kinerja internal, dan efektifitas dari manajemen. Dalam penelitian sebelumnya, S. Sivadasan *et al.* (2002), menyatakan bahwa tingkat kompleksitas rantai pasok bergantung pada karakteristik ketidakpsatian yang diasosiasikan dengan *material flow* dan *information flow*, yang mana kompleksitas tersebut dapat diukur berdasarkan penurunan persamaan dasar *entropy* (Sivadasan *et al.*, 2002, 2006, 2013).

Menindak lanjuti penelitian yang dilakukan oleh S. Sivadasan *et al.*, C. Cheng *et al.* (2014) melakukan penelitian secara kuantitatif untuk mengukur kompleksitas rantai pasok dengan mengombinasikan beberapa metode *entropy model* dan pendekatan *information theory* untuk menganalisis kompleksitas rantai pasok akibat semakin derasnya kuantitas arus pertukaran informasi dan material antar *channel/ partner*. Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Suja Sivadasan *et al.* (2013) sebelumnya dimana menggunakan metode *information-based theory* untuk mengukur kompleksitas rantai pasok dari segi *operational supply chain*, Cheng *et al.* (2014) menggunakan metode *information-based theory* untuk mengukur kompleksitas rantai pasok dari sisi struktural rantai pasok.

2.2.2.3 Kompleksitas rantai pasok dan tingkat kebutuhan teknologi informasi

Sejalan dengan semakin banyaknya faktor yang dapat berpengaruh pada kompleksitas rantai pasok, terutama dalam hal pertukaran informasi antar *channel* rantai pasok, banyak perusahaan memilih penerapan teknologi informasi untuk

membantu perusahaan mengatasi berbagai permasalahan terkait rantai pasoknya. Teknologi informasi menawarkan layanan yang memungkinkan bagi perusahaan untuk mengelola keseluruhan arus informasi yang saling dipertukarkan pada jaringan rantai pasok secara lebih efektif dan efisien (Auramo, Kauremaa and Tanskanen, 2005; Welker, van der Vaart and Pieter van Donk, 2008; Zhang, Pieter van Donk and van der Vaart, 2011; Shou *et al.*, 2017). Namun, selama ini tidak semua perusahaan memahami pentingnya penyesuaian implementasi teknologi informasi dengan kondisi bisnis dan rantai pasok perusahaan (Zhou *et al.*, 2014; Vanpoucke, Vereecke and Muylle, 2017). Dengan mengetahui kondisi bisnis, perusahaan dapat mengetahui jenis pertukaran informasi yang selama ini terjadi antar *channel partner* pada jaringan rantai pasok. Pertukaran informasi itulah yang akan menentukan tingkat kebutuhan teknologi informasi pada perusahaan (Welker, van der Vaart and Pieter van Donk, 2008). Berdasarkan kondisi bisnis perusahaan dan pertukaran informasi yang dipertukarkan antar jaringan rantai pasok, perusahaan dapat menentukan tingkat kebutuhan teknologi informasi yang sesuai dengan strategi proses bisnis perusahaan.

Dalam rangka untuk mengetahui kebutuhan teknologi perusahaan, Vaart & Donk (2006) mengategorikan kondisi bisnis perusahaan menjadi dua konfigurasi yakni *buyer-focused operation* dan *operations with shared*. Pada konfigurasi rantai pasok pertama yakni *buyer-focused operation*, fleksibilitas (*in delivery, mix/volume*) dan kualitas merupakan faktor terpenting dalam *order winners*, tipe produksi *make-to-order*, dan penggunaan teknologi yang disesuaikan dengan fluktuasi permintaan variasi produk yang relative tinggi dan diproduksi dalam skala rendah. Disisi lain pada konfigurasi rantai pasok yang kedua yakni *operations with shared resources*, *cost* dan *speed* merupakan hal yang diperhitungkan dari karakteristik *order winners*, tipe produksi *make-to-stock* dengan teknologi yang lebih berorientasi pada skala keuntungan secara ekonomi. Teknologi pada kondisi rantai pasok *operations with shared resources* diharuskan dapat mengatasi kebutuhan produksi dalam skala besar dan cepat, namun variasi produk yang dihasilkan cenderung lebih sedikit. de Leeuw *et al.* (2013) menambahkan bahwa *inventory* merupakan kunci bagi perusahaan dalam mengatasi permasalahan terkait

faktor ketidakpastian (*uncertainty*) dalam kompleksitas rantai pasok dan mengakomodasi permasalahan terkait *lead time*. Oleh karena itu, dalam rangka memaksimalkan mengatasi berbagai permasalahan tersebut, de Leeuw *et al.* (2013) menyarankan agar perusahaan lebih berfokus pada penggunaan teknologi informasi melalui peningkatan proses *information sharing* dan kolaborasi antar partner rantai pasok yakni *supplier* dan *customer*.

Sejalan dengan keuntungan yang diperoleh perusahaan atas penerapan teknologi informasi, tak semerta-merta perusahaan dapat secara sembarangan melakukan penerapan teknologi informasi. Penting bagi perusahaan untuk menyelaraskan antara kondisi dan kebutuhan bisnis perusahaan dengan teknologi informasi yang dibutuhkan (Welker, van der Vaart and Pieter van Donk, 2008). Zhou *et al.* (2014) mengkategorikan penerapan teknologi pada rantai pasok menjadi dua pendekatan, yakni *sourcing practice* dan *delivery practice*. *Sourcing practice* adalah pendekatan yang berfokus untuk meningkatkan hubungan antara perusahaan dengan *supplier* dan *customer*, pendekatan ini sangatlah penting bagi perusahaan karena kolaborasi yang terjaga antar partner rantai pasok akan meningkatkan integrasi dan kinerja secara lebih efektif. *Delivery practices* merupakan pendekatan yang berhubungan dengan proses pengiriman mulai dari proses *order inquiry* hingga *customer invoice*, dimana proses pengiriman yang bagus akan berdampak positif pada kinerja proses bisnis perusahaan secara keseluruhan.

Welker *et al.* (2008) menambahkan bahwa kondisi bisnis tertentu akan sangat berpengaruh pada pemilihan teknologi yang digunakan oleh perusahaan. Pada penelitian terkait peranan ICT yang dilakukan di industri *small medium enterprise*, Welker *et al.* (2008) berpendapat bahwa secara umum sistem informasi dirasa masih terlalu sulit untuk diterapkan dalam melakukan *sharing* informasi. *Supplier* lebih memilih untuk membagikan informasi melalui kontak secara langsung (*telephone* dan *meeting*). Pengguna teknologi, seperti EDI (Electronic Data Interchange) dan APS (advanced planning systems), tidak ditemukan pada perusahaan. Penjelasan yang logis terkait hal ini adalah rendahnya pengetahuan pengguna terkait ICT, tingginya biaya yang harus dikeluarkan untuk penerapan

sistem-sistem tersebut, dan adanya kemungkinan bahwa perusahaan beranggapan bahwa penggunaan teknologi seperti sistem ERP hanya digunakan untuk *supply transaction* yang dikaitkan erat dengan *simple business condition* daripada *complex business condition*

2.2.3 Peranan penerapan teknologi informasi pada rantai pasok

Sudah tidak asing lagi bahwa teknologi informasi dan komunikasi (*ICT*) dinilai sebagai salah satu strategi dalam meningkatkan kinerja proses bisnis perusahaan terutama pada jaringan rantai pasoknya (Zhang, Pieter van Donk and van der Vaart, 2011). Dengan penerapan manajemen jaringan rantai pasok yang efektif didukung oleh teknologi informasi yang terintegrasi merupakan dua pendekatan strategi dalam upaya meningkatkan kinerja proses bisnis perusahaan (Zhou *et al.*, 2014). Oleh karena itu, sangat penting bagi perusahaan untuk mengintegrasikan jaringan rantai pasoknya dengan penerapan teknologi informasi agar dapat selaras dalam mencapai tujuan yang diharapkan

Dalam konteks rantai pasok, integrasi memiliki makna yang sangat penting dimana integrasi memungkinkan bagi perusahaan dan komponen-komponen dalam jaringan rantai pasok untuk saling berkerjasama sebagai satu kesatuan utuh (*single unified*) dan entitas yang saling berpengaruh satu sama lain (*cohesive entity*) (Welker, van der Vaart and Pieter van Donk, 2008). Dalam rangka mewujudkan kesuksesan integrasi rantai pasok, penting bagi perusahaan untuk memperhatikan kolaborasi dan koordinasi antar *channel partner* guna meningkatkan kinerja rantai pasok pada perusahaan (Welker, van der Vaart and Pieter van Donk, 2008; Motiwalla and Thompson, 2012; Roh, Hong and Min, 2014).

Salah satu aspek penting integrasi dalam jaringan rantai pasok adalah *sharing* dan *access* (Sivadasan *et al.*, 2002; Welker, van der Vaart and Pieter van Donk, 2008; Motiwalla and Thompson, 2012; Shou *et al.*, 2017). Aspek *sharing* dan *access* dalam hal ini diartikan bahwa antar jaringan rantai pasok harus dapat secara penuh bekerja sama dalam hal pertukaran informasi-informasi penting dan mengizinkan antar jaringan rantai pasok mengakses informasi tersebut (Motiwalla and Thompson, 2012). Teknologi Informasi berperan sebagai penyedia

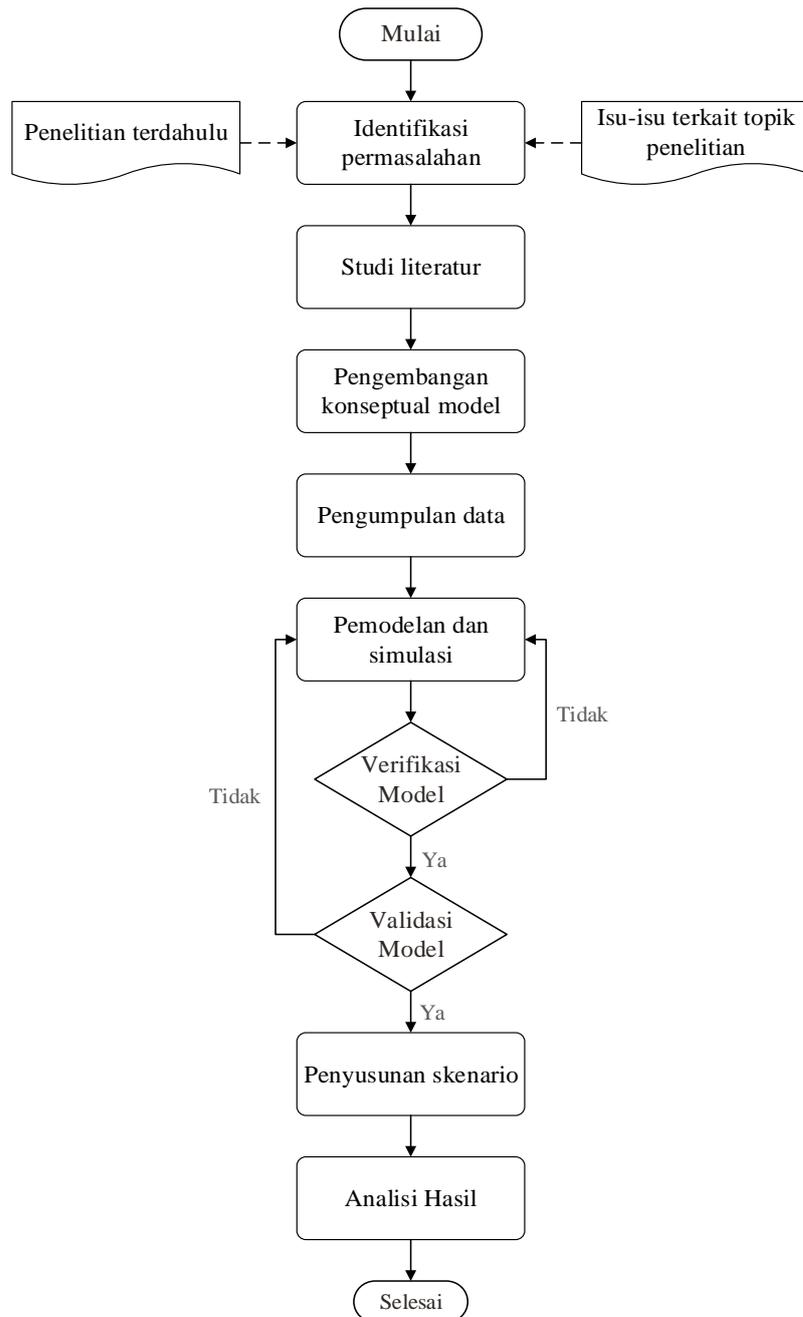
infrastruktur dan layanan yang memungkinkan keseluruhan informasi dapat saling dipertukarkan antar partner jaringan rantai pasok secara lebih efektif dan efisien (Auramo, Kauremaa and Tanskanen, 2005; Prajogo and Olhager, 2012).

Secara umum, peranan teknologi informasi pada jaringan rantai pasok meliputi empat obyektif yaitu memastikan ketersediaan, visibilitas, dan kualitas dari informasi (Zhou *et al.*, 2014; Kaliani Sundram, Chandran and Awais Bhatti, 2016), memungkinkan adanya satu titik dalam akses data (*centralized data*) (Auramo, Kauremaa and Tanskanen, 2005), membantu dalam pengambilan keputusan berdasarkan data dan informasi yang diperoleh dari rantai pasok (Qrunfleh and Tarafdar, 2014; Fuchs and Otto, 2015), dan membantu perusahaan dalam berkolaborasi dan berkoordinasi dengan *supply chain partners* (Welker, van der Vaart and Pieter van Donk, 2008; Motiwalla and Thompson, 2012; Kumar, K. Singh and Shankar, 2014; Roh, Hong and Min, 2014; Kumar and Kumar Singh, 2017).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Proses pengerjaan penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang direpresentasikan dalam suatu diagram alur proses metodologi pengerjaan pada penelitian, yakni sebagai berikut:



Gambar 3.1 Alur metodologi penelitian

3.1 Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan pengidentifikasian isu-isu mengenai kompleksitas rantai pasok yang telah dipaparkan pada latar belakang sebagai dasar pengerjaan penelitian ini. Pada proses identifikasi isu dilakukan melalui beberapa artikel mengenai rantai pasok dan teknologi informasi pada [Harvard Business Review - Ideas and Advice for Leaders](#) (Cole, 2010; Ford and Tarditi, 2017; Hagel III and Brown, 2017; Ross and Mocker, 2017; Schilling, 2017). Isu rantai pasok dipilih atas dasar bahwa permasalahan mengenai rantai pasok hingga saat ini menjadi bidang penelitian yang sangat menarik bagi para peneliti dan praktisi (Sivadasan *et al.*, 2002, 2006, 2013; Welker, van der Vaart and Pieter van Donk, 2008; Gimenez, Van Der Vaart and Van Donk, 2012; de Leeuw, Grotenhuis and van Goor, 2013; Cheng, Chen and Chen, 2014; Bode and Wagner, 2015; Shou *et al.*, 2017). Sedangkan, untuk bidang teknologi informasi sendiri merupakan bidang penelitian yang akan selalu berkembang terutama dalam dunia perindustrian, dimana penerapan teknologi informasi dipercaya sebagai katalis tercapainya tujuan proses bisnis perusahaan (Hagel III and Brown, 2017; Ross and Mocker, 2017).

Berdasarkan isu-isu yang telah diperoleh, selanjutnya dilakukan pencarian kajian penelitian-penelitian sebelumnya untuk menemukan tema permasalahan yang dapat diangkat sesuai dengan isu-isu variasi produk, kompleksitas rantai pasok dengan tingkat kebutuhan teknologi informasi. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian membahas topik secara terpisah yakni keterkaitan variasi produk dengan rantai pasok, dan peranan teknologi informasi pada rantai pasok. Penelitian mengenai keterkaitan variasi produk dengan rantai pasok cenderung mengarah pada sudut pandang industri, yang mana pada penelitian tersebut hanya menunjukkan sejauh mana variasi produk berpengaruh pada rantai pasok dan tidak membahas lebih jauh mengenai metode dalam mengatasi permasalahan tersebut. Sedangkan pada topik yang membahas mengenai peranan teknologi informasi pada rantai pasok, peneliti cenderung mengaitkan dengan kinerja rantai pasok tanpa memperhitungkan masukan yang menyebabkan perusahaan sebaiknya menerapkan teknologi informasi dan sejauh mana sebaiknya penerapan teknologi tersebut diterapkan pada perusahaan.

Setelah dilakukan pengidentifikasian permasalahan, proses selanjutnya yang dilakukan dalam penelitian ini adalah studi literatur. Pada penelitian ini, terdapat dua pembagian metodologi yakni antara kerangka kerja yang dilakukan secara teoritis dan praktis. Secara teoritis proses studi literatur dilakukan, sedangkan pemilihan studi kasus dilakukan untuk menunjang penelitian secara praktis. Berikut merupakan penjelasan terkait studi literatur yang dilakukan pada penelitian ini:

3.2 Studi Literatur

Proses studi literatur dilakukan dalam rangka untuk mengetahui apakah telah terdapat penelitian dengan topik serupa dan mengetahui sejauh mana penelitian tersebut dilakukan. Studi literatur bertujuan untuk menguatkan dan mendukung kerangka kerja dalam menyelesaikan permasalahan yang telah dirumuskan secara teoritis. Dalam penelitian ini, studi literatur dilakukan untuk mengidentifikasi variabel-variabel signifikan yang nantinya akan digunakan dalam mengembangkan model konseptual mengenai keterkaitan variasi produk, kompleksitas rantai pasok, dengan tingkat kebutuhan teknologi informasi. Selain itu, dengan melakukan studi literatur akan diperoleh berbagai referensi metode-metode dalam menyelesaikan permasalahan yang diangkat dalam penelitian. Beberapa sumber dalam melakukan studi literatur diperoleh dari artikel, buku dan jurnal berstandar internasional.

Setelah diperoleh variabel-variabel yang signifikan serta metode dalam penyelesaian masalah melalui studi literatur yang dilakukan, dilakukan proses pengembangan konseptual model untuk mendeskripsikan secara menyeluruh mengenai keterkaitan antara variasi produk, kompleksitas rantai pasok, dengan tingkat kebutuhan teknologi informasi. Di dalam pengembangan konseptual model akan diidentifikasi keterkaitan antar masing-masing variabel dalam penelitian guna menyelesaikan permasalahan yang ada. Pembuatan konseptual model pada tahapan ini hanya melihat dari sudut pandang teoritis berdasarkan hasil studi literatur penelitian-penelitian sebelumnya, yang nantinya akan digunakan sebagai dasar pemodelan dalam proses simulasi.

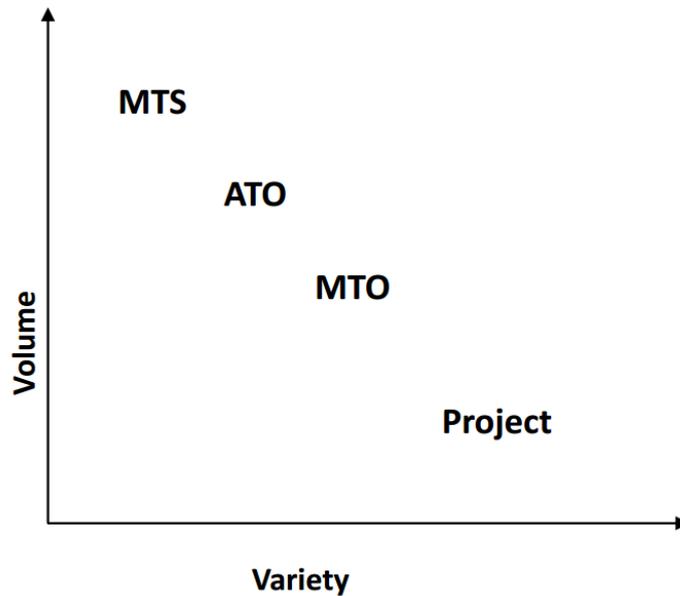
3.3 Pengumpulan Data

Pada proses pengumpulan data dibagi atas tiga tahapan, yakni pemilihan studi kasus, pengumpulan data kuantitatif dan kualitatif, dan pemrosesan data. Pemilihan studi kasus merupakan aspek penting yang harus diperhatikan dalam penelitian terutama dalam hal membuktikan kerangka kerja penelitian yang telah didefinisikan sebelumnya secara praktis. Penentuan studi kasus dalam penelitian ini juga digunakan sebagai batasan permasalahan yang mana studi kasus yang dipilih didasarkan atas kondisi bisnis perusahaan.

Kondisi bisnis dipilih sebagai batasan permasalahan dikarenakan kondisi bisnis merupakan pembeda karakteristik rantai pasok antar perusahaan, sehingga akan lebih mudah bagi peneliti untuk mengidentifikasi sejauh mana keterkaitan pengaruh variasi produk dan kompleksitas rantai pasok terhadap tingkat kebutuhan teknologi informasi. *Customer order decoupling point*, digunakan sebagai faktor kondisi bisnis utama yang diperhitungkan dalam pemilihan studi kasus, dimana *customer order decoupling point* yang dipilih merupakan perusahaan bertipe *make-to-order* (MTO). Hal tersebut didasarkan atas preferensi tingkat variasi produk pada UMKM yang bergerak secara MTO cenderung lebih tinggi

Tipe perusahaan seringkali dibedakan berdasarkan volume (kuantitas) dan variasi produk, dimana hal tersebut dijelaskan pada Gambar 3.2. Pada perusahaan bertipe *make-to-order* (MTO) terjadinya proses bisnis perusahaan dimulai dari adanya *order* dari *customer* kepada perusahaan, selanjutnya pesanan tersebut akan dilayani sesuai dengan keinginan yang diminta oleh *customer*. Dapat diindikasikan bahwa produk yang ditawarkan oleh perusahaan bertipe *make-to-order* (MTO) memiliki variasi tinggi sesuai dengan kebutuhan pelanggan dengan volume yang tidak terlalu besar. Pada penelitian ini, dipilih dua perusahaan yang mana masing-masing memiliki kesamaan yakni perusahaan yang bergerak di industri garmen. Kedua perusahaan merupakan UMKM pengerajin pakaian yang secara khusus melayani berbagai jenis pesanan pakaian dalam skala perorangan ataupun partai besar, dimana konsumen dapat turut serta dalam proses pemilihan desain pakaian hingga material yang diinginkan. Hal tersebut mengindikasikan bahwa perusahaan

memiliki tingkat variasi akan produk dan material cukup tinggi dalam menjalankan proses bisnisnya dan memenuhi kebutuhan pelanggannya.



Gambar 3.2 Variasi dan volume produksi pada perusahaan manufaktur

Pada proses pemilihan studi kasus, didalamnya juga meliputi proses penyusunan instrumentasi dalam proses pengumpulan data penelitian. Proses pengumpulan data bertujuan untuk mengetahui sejauh mana variasi produk berdampak pada proses bisnis perusahaan terutama dalam jaringan rantai pasok sesuai dengan tipe kondisi bisnis masing-masing perusahaan. Berdasarkan data tersebut, peneliti dapat mengidentifikasi tingkat kebutuhan teknologi perusahaan sesuai dengan kerumitan kompleksitas rantai pasok di dalamnya.

Dalam rangka untuk memperoleh data seakurat mungkin, proses pengumpulan data dilakukan atas dua tipe instrumentasi yakni pengumpulan data secara kuantitatif dan kualitatif. Pengumpulan data secara kuantitatif diperoleh melalui data-data yang disimpan oleh sistem meliputi *historical data* terkait sistem manajemen rantai pasok yang dijalankan oleh perusahaan dari proses pengadaan hingga penjualan, dan data terkait proses kolaborasi, interaksi, serta pertukaran informasi antar parter jaringan rantai pasok. Proses pengumpulan data secara kualitatif dilakukan melalui proses wawancara, survei dan observasi secara langsung untuk meningkatkan pemahaman atas proses bisnis dan rantai pasok

perusahaan, serta pengetahuan lebih akan data-data yang telah dikumpulkan secara kuantitatif.

Data-data yang dikumpulkan selanjutnya akan dilakukan pra-proses data yang bertujuan untuk menyesuaikan data-data yang telah dikumpulkan sebelumnya ke dalam format tertentu, dalam rangka memudahkan proses pengolahan data pada tahap selanjutnya. Pada tahapan pra-proses data akan dilakukan sejumlah proses penambahan ataupun pengurangan untuk mengubah data mentah menjadi data masukan yang disesuaikan dengan kebutuhan. Tahapan ini juga meliputi proses ekstraksi data hasil wawancara dan survei yang telah dilakukan menjadi data yang siap untuk diolah, dan dikombinasikan dengan data yang diperoleh melalui proses pengumpulan data secara kuantitatif.

3.4 Pemodelan dan Simulasi

Berdasarkan hasil proses sebelumnya baik dari sudut pandang teoritis ataupun praktis, selanjutnya akan dilakukan proses pemodelan dan simulasi untuk mengilustrasikan bagaimana sistem ataupun operasi bekerja dalam rangka mengidentifikasi dan memprediksi kemungkinan perbaikan sistem. Pada penelitian ini, metode pemodelan dan simulasi yang digunakan adalah metode *agent-based modelling and simulation*, yang mana tahapan dalam metode ini meliputi proses *conceptual modelling*, *computer modelling (coding)*, *verification and validation*, dan *experimentation* (S Robinson, 2008; Arvitrida *et al.*, 2015).

3.4.1 Pemodelan Konseptual

Penggunaan *agent-based modelling and simulation* pada penelitian ini didasarkan atas permasalahan terkait dinamika sistem yang ditimbulkan oleh masing-masing perilaku individu. Dimana masing-masing individu memiliki kemampuan untuk mengambil keputusan secara individual serta berinteraksi dengan individu lain dan lingkungannya. Dengan menggunakan *agent-based simulation modelling* system dapat dimodelkan secara tersruktur perilaku atau karakter atas masing-masing individu (*agent*) secara unik, dimana mereka dapat berinteraksi dengan individu lain (*link*) dan lingkungannya (*environment*) (Railsback and Grimm, 2012; Macal and North, 2014).

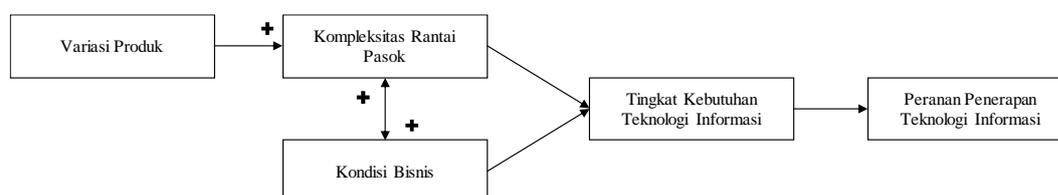
Dalam proses simulasi sangat penting bagi peneliti untuk memetakan kerangka konsep model melalui proses pemodelan konseptual yang meliputi proses identifikasi permasalahan yang akan diangkat pada dunia nyata untuk dimodelakan. Proses tersebut dilakukan untuk menjembatani antara dunia nyata dengan model simulasi. Pemodelan konseptual akan merefleksikan bagaimana model simulasi yang dibangun seharusnya bekerja. Hasil model konseptual tersebut selanjutnya akan dijadikan dasar pemodelan simulasi yang dilakukan.

Secara umum pembuatan model konseptual digambarkan melalui suatu *causal loop* diagram atau diagram kausal yang menghubungkan antara satu variabel dengan variabel lain. Diagram kausal ini digunakan untuk mengilustrasikan sistem secara umum yang nantinya akan digunakan sebagai dasar acuan dalam proses simulasi, dimana akan terdapat komponen-komponen yang nantinya akan menjadi variabel, parameter, dan konstanta yang saling tergantung dan mempengaruhi perilaku sistem. Namun, menurut (Arvitrida *et al.*, 2015) dalam proses pemodelan menggunakan *agent-based modelling and simulation* tidak ada pakem yang jelas dalam proses pemodelan konseptual. Hal tersebut didasarkan atas penelitian-penelitian sebelumnya mengenai penerapan *agent-based modelling and simulation*, dimana para peneliti secara bebas dapat memilih proses yang perlu dilakukan dalam simulasi. (Arvitrida *et al.*, 2015) menjelaskan bahwa pemodelan konseptual merupakan proses dokumentasi dari proses pemodelan yang dilakukan itu sendiri. Dimana pemodelan konseptual meliputi pendefinisian tujuan model, faktor-faktor yang berpengaruh, hasil keluaran atau respon model, konten, asumsi, dan simplifikasi model. Faktor-faktor yang berpengaruh meliputi variasi variable atau *behaviour space*. Hasil keluaran model meliputi tindakan-tindakan yang dilakukan dalam proses simulasi. Konten model meliputi *scope* dan *level of detail* dari model. *Scope* berkaitan dengan “*what to model*” dan menentukan komponen-komponen dari sistem nyata yang ingin dibangun. Sedangkan *level of detail* berkaitan dengan “*how to model*” yang mana menjelaskan secara detai untuk setiap elemen yang telah didefinisikan pada *scope*.

Pada penelitian ini, proses pemodelan konseptual didasarkan atas hasil tahapan sebelumnya yakni tahapan studi literatur dan pengumpulan data. Hasil dari

proses pengumpulan data yang telah dipra-proses sebelumnya akan dijadikan dasar parameter untuk masing-masing variabel pada model konseptual yang dibangun. *Scope* dari model meliputi pendefinisian *agent*, *environment*, dan *interaction*. Skenario penelitian akan digunakan sebagai input model, sedangkan hasil keluaran model ditentukan berdasarkan perspektif pertukan informasi antar elemen rantai pasok.

Secara umum, pemodelan konseptual pada penelitian ini menjelaskan mengenai isu-isu pengaruh variasi produk, kompleksitas rantai pasok, dan tingkat kebutuhan teknologi informasi. Secara umum, kerangka konseptual pada penelitian ini direpresentasikan pada Gambar 3.2. Pada kerangka konseptual tersebut dijelaskan bahwa variasi produk akan berpengaruh langsung terhadap kompleksitas rantai pasok. Selanjutnya, kompleksitas rantai pasok dan kondisi bisnis akan membantu perusahaan dalam mengukur keselarasan tingkat kebutuhan teknologi informasi sesuai dengan kondisi perusahaan, sehingga diperoleh *value* akan penerapan teknologi informasi.



Gambar 3.3 Kerangka konseptual penelitian

Variasi produk identik dengan semakin bertambahnya jumlah dan jenis peroduk yang ditawarkan oleh perusahaan di pasar. Dengan semakin banyaknya variasi produk, akan berdampak pada semakin kompleksnya komponen-komponen yang diperlukan untuk menyusun suatu produk jadi, hal tersebut dapat diartikan sebagai kompleksitas produk (Welker, van der Vaart and Pieter van Donk, 2008; Bode and Wagner, 2015; Shou *et al.*, 2017). Dengan semakin banyaknya variasi produk yang ditawarkan, akan berdampak pada semakin kompleksnya jaringan entitas bisnis yang terlibat dalam proses pertukaran arus produk/ layanan, material dan informasi antar *supply chain* (Shou *et al.*, 2017), (Motiwalla and Thompson, 2012). Dalam konteks rantai pasok, *high level complexity of supply chain* berpengaruh besar pada rendahnya tingkat integrasi antar *partner* rantai pasok

untuk saling berkerjasama, berkoordinasi dan berkolaborasi (Sivadasan *et al.*, 2002; Welker, van der Vaart and Pieter van Donk, 2008; Motiwalla and Thompson, 2012; Shou *et al.*, 2017).

Sejalan dengan permasalahan terkait derasnya arus pertukaran informasi yang disebabkan oleh tingginya kompleksitas rantai pasok sebagai akibat dari tingginya tingkat variasi produk, penggunaan teknologi informasi merupakan hal yang sangat krusial bagi perusahaan (Auramo, Kauremaa and Tanskanen, 2005). Teknologi informasi dipilih sebagai solusi yang menawarkan kemudahan bagi perusahaan dalam mencapai kesuksesan integrasi rantai pasoknya (Motiwalla and Thompson, 2012). Teknologi Informasi berperan sebagai penyedia infrastruktur dan layanan yang memungkinkan keseluruhan informasi dapat saling dipertukarkan antar *partner* jaringan rantai pasok secara lebih efektif dan efisien (Welker, van der Vaart and Pieter van Donk, 2008).

3.4.2 Computer Modelling (Coding)

Proses pengkodean dengan menggunakan komputer meliputi tiga elemen penting yakni *coding*, *testing*, dan *documenting*. Proses *coding* meliputi proses menerjemahkan hasil pemodelan konseptual menjadi kode-kode dalam komputer. Proses *testing* berkaitan dengan proses uji coba verifikasi dan validasi. Sedangkan, proses *documenting* meliputi proses mempersiapkan dan menyediakan keterangan atau bukti untuk setiap proses pemodelan. Proses pengkodean dilakukan dengan cara mengkodekan dari hal sederhana (*simple behavior*) hingga rumit, dan akan dilakukan pengecekan serta dokumentasi untuk setiap fase. Proses tersebut dilakukan untuk memastikan bahwa model yang dibangun telah terverifikasi dengan baik, yang mana hal tersebut dibuktikan dengan tidak adanya *error*.

Pada penelitian ini, bahasa pemrograman yang digunakan dalam proses simulasi adalah NetLogo. Netlogo dipilih berdasarkan beberapa keuntungan yang telah dipertimbangkan sebelumnya. Pertama, NetLogo dapat dikatakan cukup sederhana untuk diterapkan dalam mengatasi permasalahan kompleks melalui fitur-fitur yang ada didalamnya. NetLogo juga merupakan *programming language* dan *graphical interface* yang telah disederhanakan, sehingga dapat digunakan untuk

proses pemodelan dan simulasi menggunakan *agent-based modelling and simulation* tanpa perlu menggunakan bahasa pemrograman yang terlalu kompleks (Railsback and Grimm, 2012). Oleh karena itu, saat ini banyak kalangan peneliti yang memilih NetLogo sebagai bahasa pemrograman dalam proses pemodelan dan simulasi. Selain itu, hal utama yang paling dipertimbangkan dalam penggunaan NetLogo pada penelitian ini adalah NetLogo merupakan *freeware platforms* dan dapat dijalankan pada berbagai *operating systems* dengan mudah.

3.4.3 Verifikasi dan Validasi Model

Verifikasi serta validasi model merupakan bagian terpenting pada proses pengembangan model dan simulasi, dalam rangka menghasilkan suatu model yang dapat mendukung proses pengambilan keputusan. Tujuan dari verifikasi model adalah untuk membuat model yang dibangun dapat digunakan dengan cara memastikan bahwa model bekerja dengan benar (North and M, 2007). Kemudian, tujuan utama dari proses validasi adalah untuk membuat model berguna dalam arti bahwa model dapat menjawab permasalahan yang ada, serta menyediakan informasi yang akurat terkait sistem (North and M, 2007). Oleh karena itu, sebelum suatu model di validasi, model harus melewati tahapan verifikasi untuk melihat bahwa model telah bekerja dengan baik (Suryani, 2006). Hal tersebut bertujuan untuk menciptakan suatu model yang memiliki tingkat kredibilitas tinggi bagi para pengguna.

Proses verifikasi dilakukan dengan cara membandingkan hasil pemodelan dan simulasi yang dilakukan melalui sejumlah *test case* dengan dokumen spesifikasi model (North and M, 2007). Secara konseptual, semakin banyak *test case* yang diujikan dalam proses verifikasi, munculnya ketidakpastian pada model akan semakin menurun. Proses verifikasi dilakukan untuk memastikan bahwa model telah diprogram dengan benar, algoritma yang digunakan telah terimplementasi dengan baik, dan model yang disimulasikan tidak mengandung *error*, *oversight*, ataupun *bugs* (Suryani, 2006; North and M, 2007). Dalam *agent-based modelling and simulation*, terdapat beberapa pendekatan dalam proses verifikasi. Proses verifikasi pertama dilakukan dengan cara memeriksa logika berpikir pada NetLogo, dimana akan dilakukan uji coba terhadap masing-masing

code untuk setiap *agent* serta hasil keluaran model. Proses verifikasi kedua dilakukan dengan cara membandingkan setiap *code* pada NetLogo dengan konseptual diagram dan diagram *flow* proses bisnis secara keseluruhan. Hal tersebut untuk mengetahui apakah model pada NetLogo telah mencakup keseluruhan perilaku dari *agent*. Selanjutnya, proses verifikasi dilakukan dengan cara menjalankan model tersebut dengan berbagai kombinasi parameter didalamnya dan model dikatakan telah terverifikasi jika model tersebut telah bebas dari *error*.

Proses validasi secara umum dilakukan untuk menguji kesesuaian model yang dibangun dengan karakteristik pada sistem nyata “*real world*”, melalui percobaan-percobaan menggunakan beberapa aspek tertentu. Penggunaan model statistik sangat umum dipilih dalam mengukur tingkat validitas pada metode *agent-based modelling and simulation*. Pada pengujian validasi model, aspek kepastian (*certainty*) yang diperoleh haruslah sangat tinggi, pembobotan terhadap subjek, dan hasil pengujian harus dapat secara relatif menyesuaikan dengan kondisi bisnis yang ada saat ini.

Terdapat beberapa pendekatan model validasi pada *agent-based modelling and simulation*, dimana biasanya dilakukan dengan cara secara acak memilih sejumlah contoh kasus di dunia nyata dan mencoba kasus tersebut pada model yang telah dibangun. Model tersebut digunakan sebagai acuan utama dalam mengembangkan model tertentu yang tidak dapat diterapkan secara nyata melalui simulasi. Proses validasi yang dilakukan meliputi validasi *input* (data), *output*, dan proses yang berjalan di dalam pemodelan dan simulasi. Pada *agent-based modelling and simulation*, karakteristik *agent* dan mekanisme dalam berinteraksi antar *agent*, masuk ke dalam proses pengujian validasi yang dilakukan. Terdapat beberapa perspektif yang dapat dilakukan dalam melakukan proses validasi pada *agent-based modelling and simulation*, yakni meliputi *requirement validation*, *data validation*, *face validation*, *process validation*, *model output validation*, dan *theory validation*.

Pada penelitian ini akan digunakan dua pendekatan validasi untuk menilai tingkat keakuratan model yang dibangun. Proses pendekatan validasi pertama dilakukan dengan memaparkan hasil keseluruhan simulasi yang dilakukan

berdasarkan studi kasus yang digunakan dalam penelitian ini, dengan menggunakan perhitungan metode validasi yang diusulkan oleh (Law and Kelton, 1991). Pendekatan kedua dilakukan dengan cara melakukan uji coba keakuratan model secara keseluruhan melalui proses perbandingan antara hasil simulasi yang telah dibangun dengan hasil penelitian terkait yang telah dilakukan oleh penelitian sebelumnya. Pada proses ini, hasil model simulasi akan dibandingkan dengan hasil penelitian mengenai keterkaitan variasi produk, kompleksitas rantai pasok dan teknologi informasi yang dilakukan oleh Cheng et al. (2014), S. Sivadasan et al. (2006, 2002, 2013), Welker et al. (2008), dengan Bode & Wagner (2015), Shou et al. (2017), Vaart & Donk (2006), van der Vaart et al. (2012), van der Vaart & van Donk (2004), van Donk & van der Vaart (2004).

3.4.4 Penyusunan Skenario

Proses selanjutnya setelah proses pengujian verifikasi dan validasi terhadap model yang dibangun adalah pembuatan skenario untuk mengetahui kinerja sistem sesuai dengan kondisi perilaku yang diharapkan. Metode penyusunan skenario sendiri dimaksudkan untuk memprediksi setiap kemungkinan alternatif yang terjadi di masa mendatang melalui hasil percobaan dari beberapa eksperimen. Secara umum, terdapat dua pendekatan dalam penyusunan skenario pada pemodelan dan simulasi, yakni skenario struktur dan skenario parameter. Skenario struktur dilakukan dengan cara mengubah kondisi struktur model yang dibangun, dimana pendekatan skenario terstruktur membutuhkan pengetahuan secara menyeluruh atas sistem yang dimodifikasi sehingga dapat lebih meningkatkan kinerja sistem. Sedangkan pada skenario parameter, perubahan model hanya meliputi perubahan pada nilai parameter model sehingga relatif lebih mudah dilakukan.

Pada penelitian ini, penyusunan skenario akan dilakukan ketika model telah terverifikasi dan tervalidasi dengan baik. Perencanaan skenario dalam pemodelan simulasi *agent-based* pada NetLogo dapat diistilahkan sebagai *behaviour space*. *Behaviour space* disusun berdasarkan latar belakang permasalahan atau Skenario yang ingin diangkat dalam penelitian. Sebagai dasar pengembangan *behaviour space*, model utama atau dasar (*base model*) harus dapat dijalankan dengan baik. Setiap skenario model dalam *behaviour space* disusun dengan cara memvariasikan

beberapa variabel terkait dengan tujuan penelitian. Kemudian, setiap skenario akan dikembangkan dan diverifikasi berdasarkan variabel yang berkaitan erat dengan permasalahan di dalam penelitian. Beberapa skenario akan dikembangkan dalam rangka untuk menjawab tujuan penelitian serta meningkatkan pemahaman akan model yang dibangun.

3.5 Analisis Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penyusunan skenario yang dilakukan, proses eksperimen pada model dapat dilakukan. Selanjutnya akan dilakukan proses interpretasi atas model yang dibangun, yakni analisis terhadap hasil (*output*) model simulasi. Analisis hasil simulasi didasarkan atas kerangka berpikir yang telah didefinisikan sebelumnya, yang mana meliputi setiap permasalahan penelitian yang ingin dijawab dan tujuan dari disusunnya penelitian ini.

Fokus utama dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui keterkaitan antara variasi produk, kompleksitas rantai pasok, dan tingkat kebutuhan teknologi informasi. Dengan menggunakan hasil simulasi yang telah dilakukan, dapat dianalisis karakteristik rantai pasok yang paling berperan dalam meningkatkan kompleksitas rantai pasok dilihat dari sisi variasi produk. Hasil keterkaitan variasi produk dan kompleksitas rantai pasok, akan dijadikan acuan penentuan keterkaitan kompleksitas rantai pasok dengan tingkat kebutuhan teknologi informasi. Pertukaran informasi akan dijadikan acuan dalam menganalisis keterkaitan kompleksitas rantai pasok dengan tingkat kebutuhan teknologi informasi. Hasil simulasi dari pengukuran kompleksitas pertukaran informasi antar *channel* jaringan rantai pasok tersebut nantinya akan dijadikan rujukan dalam menentukan sejauh mana teknologi informasi dibutuhkan oleh perusahaan.

Dengan menggunakan *agent-based modelling and simulation*, akan diperoleh berbagai tipe informasi mengenai keterkaitan antara variasi produk, kompleksitas rantai pasok, dan tingkat kebutuhan informasi. Informasi tersebut didasari atas interaksi yang terjadi antar agent yang terlibat, dan interaksi antara agent dengan lingkungan di dalam sistem. Kemudian, informasi-informasi tersebut selanjutnya akan digunakan sebagai dasar pembuatan kerangka kerja di masa

mendatang yang bertujuan untuk membantu perusahaan dalam mengambil keputusan terkait kebutuhan teknologi sesuai kondisi bisnisnya.

3.6 Penyusunan Kesimpulan dan Saran

Tahapan terakhir pada penelitian ini adalah menarik kesimpulan secara menyeluruh atas setiap tahapan dan merangkum hasil penelitian yang telah dianalisis. Tahap penyusunan kesimpulan dilakukan dengan menelaah secara keseluruhan terhadap apa yang telah dilakukan pada penelitian ini. Kesimpulan juga mendiskusikan terkait terjawab atau tidaknya permasalahan yang diajukan, dan muncul tidaknya suatu permasalahan baru yang dapat digunakan sebagai saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB IV

PENGEMBANGAN MODEL SIMULASI

Pada bab ini akan dijelaskan terkait proses pengembangan model yang digunakan dalam pengerjaan penelitian. Proses pengembangan model terdiri atas analisis proses bisnis perusahaan yang digunakan sebagai studi kasus dan perancangan model *agent-based* mengenai keterkaitan antar variasi produk dan kompleksitas rantai pasok terhadap kebutuhan teknologi informasi yang diangkat dalam penelitian. Perancangan model *agent-based* terdiri atas pendefinisian model konseptual dari *agent-based*, yang dilanjutkan dengan proses *coding* menggunakan NetLogo. Pemodelan konseptual meliputi pendefinisian *input* dan *output* model yang didasarkan atas proses bisnis dan kondisi bisnis studi kasus penelitian. Data yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan atas data hasil pengamatan dan informasi sebagai input serta *value* dari parameter yang akan berpengaruh satu sama lain. Sedangkan, proses *coding* meliputi pemodelan antar muka model simulasi pada NetLogo, verifikasi dan validasi model.

4.1 Proses Bisnis Perusahaan

4.1.1 Informasi Umum Perusahaan

Kondisi bisnis digunakan sebagai batasan permasalahan dalam pemilihan perusahaan yang akan dijadikan studi kasus pada penelitian ini. Hal tersebut dikarenakan kondisi bisnis merupakan pembeda utama karakteristik suatu rantai pasok. Kondisi bisnis perusahaan dengan tipe *Make-to-Order* (MTO) dipilih sebagai studi kasus, berdasarkan preferensi bahwa tingkat variasi produk pada UMKM yang bergerak secara MTO dirasa cukup tinggi. Pada perusahaan bertipe MTO proses bisnis perusahaan dimulai dari adanya *order* dari *customer* kepada perusahaan, selanjutnya pesanan tersebut akan dilayani sesuai dengan keinginan yang diminta oleh *customer* dimana hal tersebut mengindikasikan bahwa produk yang ditawarkan memiliki variasi tinggi sesuai dengan kebutuhan pelanggan.

Dalam penyusunan model simulasi pada penelitian ini, akan diterapkan dua studi kasus dimana keduanya merupakan UMKM yang bergerak di bidang garmen.

Kedua UMKM tersebut digunakan sebagai dasar pemodelan sistem simulasi (*base model*) yang akan dibangun. Pengumpulan data dilakukan baik secara kualitatif yakni melalui wawancara dan observasi secara langsung, ataupun kuantitatif yakni berdasarkan data-data dokumentasi dari perusahaan. Pengumpulan data dilakukan untuk mengetahui secara lebih detail terkait kondisi bisnis terkini pada perusahaan, dimana informasi tersebut sangatlah penting dalam proses pendefinisian proses bisnis perusahaan. Berdasarkan hasil pengumpulan data dan pendefinisian proses bisnis yang dilakukan, selanjutnya akan dimodelkan kondisi bisnis perusahaan menggunakan pendekatan *agent-based modeling and simulation*.

UMKM pertama yang diimplementasikan pada penelitian ini adalah UMKM Alifah Collection milik Bu Zaskiya Fitri yang berlokasi di Darmokali Tugu, Surabaya. Alifah Collection merupakan UMKM bertipe *make-to-order* dengan omset rata-rata kurang lebih 50 juta/ bulan. Alifah Collection memproduksi berbagai macam produk garmen antara lain seragam, baju, busana muslim, celemek, dan lain-lain, dimana pelanggannya berasal dari berbagai kalangan baik perusahaan, sekolah, instansi ataupun perorangan. Dengan jumlah sekitar 7 sampai dengan 10 orang pekerja, Alifah Collection dapat menerima pesanan hingga 500 potong perbulan. UMKM kedua bernama Arinz TM milik Bu Arinda yang berdomisili di daerah Darmo Satelit Sidoarjo. Arinz TM merupakan perusahaan bertipe *make-to-order* dimana Arinz TM memproduksi berbagai macam produk garmen yang sebagian besar merupakan produk-produk busana muslim. Arinz TM sendiri telah berdiri sejak tahun 2012 dengan omset rata-rata kurang lebih 30 juta/ bulan. Produk-produk yang unik dan selalu mengikuti perkembangan zaman, menjadikan Arinz TM sebagai UMKM yang digemari oleh berbagai kalangan.

Terdapat banyak persamaan proses bisnis yang dimiliki antara UMKM Alifah Collection dan Arinz TM. Selain keduanya merupakan perusahaan bertipe *make-to-order*, keduanya memiliki persamaan dalam melayani pemesanan permintaan produk, dimana kedua UMKM baru akan menerima permintaan pelanggan apabila bahan baku yang dibutuhkan tersedia. Hal tersebut didasarkan atas preferensi bahwa perusahaan tidak menyediakan *stock* bahan baku yang

digunakan dalam proses produksi dan baru akan melakukan pengadaan bahan baku ketika terdapat permintaan pemesanan oleh pelanggan.

Persamaan selanjutnya terletak pada penyedia kebutuhan bahan baku kedua UMKM cenderung sama dan tidak berubah. Kedua UMKM memiliki *supplier* tetap untuk setiap bahan baku. Baik UMKM Alifah Collection ataupun Arinz TM menegaskan bahwa keduanya sangat memperhatikan kapasitas bahan baku yang tersedia pada *supplier*. Oleh karena itu, selama *supplier* menyediakan kebutuhan bahan yang diperlukan, kedua UMKM tidak akan berpindah ke *supplier* lain. Terdapat beberapa kasus dimana UMKM lebih memilih untuk menunggu bahan baku tersedia daripada mencari *supplier* lain. Hal tersebut dikarenakan loyalitas yang dijalin antara UMKM dengan *supplier* telah terjaga dengan baik.

Selain itu, persamaan kedua UMKM terletak pada proses produksi yang cenderung memiliki kesamaan dalam pengerjaannya. Hal tersebut dikarenakan kedua UMKM merupakan UMKM yang bergerak dibidang garmen, sehingga langkah-langkah yang terjadi pada proses produksi di kedua UMKM hampir serupa. Pada penelitian ini, proses produksi kedua UMKM tidak dijabarkan secara rinci, melainkan hanya *lead time* dari proses produksi yang akan digunakan dalam proses pemodelan simulasi menggunakan *agent-based*.

4.1.2 Proses Penjualan

Pada proses penjualan dimulai ketika terdapat permintaan pemesanan barang dari pelanggan. Pada perusahaan bertipe *make-to-order*, perusahaan hanya akan melakukan proses produksi ketika terdapat pesanan dari pelanggan. Dalam proses penjualan, pelanggan akan menyebutkan spesifikasi permintaan barang yang diinginkan. Selanjutnya, perusahaan akan memproses pemesanan pelanggan untuk dilakukan proses produksi. Proses penjualan dikatakan terpenuhi apabila telah dilakukan pembayaran oleh pelanggan dan dilakukan pengiriman atas barang yang dipesan.

Proses penjualan pada Alifah Collection bersifat *make-to-order*, dimana proses pemenuhan pesanan sangatlah bergantung pada pelanggan. Terdapat tiga metode dalam penerimaan pesanan yang selama ini diterapkan pada Alifah

Collection. Metode pertama adalah proses pemesanan dilakukan oleh pelanggan melalui telepon, dimana metode ini biasanya dilakukan oleh pelanggan lama yang telah melakukan pemesanan sebelumnya. Pada metode kedua, pelanggan telah menyiapkan model dan bahan baku yang dibutuhkan, sehingga pihak Alifah Collection hanya perlu melakukan proses penjahitan dan pengepakan. Metode ketiga adalah metode *sampling*, yakni pihak Alifah Collection akan memberikan beberapa contoh model atau jenis produk kepada pelanggan, kemudian akan disesuaikan dengan keinginan pelanggan dan apabila dirasa telah sesuai akan dilakukan proses produksi. Saat ini pelanggan lebih sering untuk memesan dengan metode pertama dan ketiga dengan prosentasi masing-masing lebih dari 40%.

Pada penelitian ini, proses penjualan yang dimodelkan berdasarkan Alifah Collection akan mengombinasikan model pertama dan ketiga, dimana proses pemenuhan pemesanan dimulai ketika pelanggan melakukan kontak kepada Alifah Collection melalui telepon. Selanjutnya, pihak Alifah Collection akan menanyakan kebutuhan pelanggan sesuai dengan sample yang diberikan. Kemudian, Alifah Collection akan mencatat seluruh informasi yang pelanggan berikan mengenai informasi model, jenis, serta jumlah produk yang dipesan.

Berdasarkan produk yang dipesan, Alifah Collection akan memeriksa bahan baku yang dibutuhkan untuk proses produksi. Pertama-tama pihak Alifah Collection, akan melakukan pengecekan apabila terdapat sisa bahan baku dari transaksi sebelumnya. Selanjutnya, Alifah Collection akan memesan bahan baku yang diperlukan kepada *supplier* untuk melengkapi kebutuhan bahan baku. Apabila bahan baku tersedia, Alifah Collection akan menghubungi pelanggan kembali dan menginformasikan bahwa pemesanan dapat diteruskan. Pelanggan kemudian akan melakukan pembayaran uang muka sebesar 20%-50%. Selanjutnya, Alifah Collection akan mengkonfirmasi waktu penyelesaian pesanan, dimana waktu penyelesaian pesanan berkisar antara 2-3 minggu tergantung dengan tingkat kesulitan produksi. Setelah permintaan pemesanan telah selesai diproduksi, pihak Alifah Collection akan menghubungi pelanggan kembali untuk menginformasikan bahwa barang pesanan telah selesai. Alifah Collection kemudian akan mengirimkan

pesanan kepada pelanggan. Proses transaksi penjualan dinyatakan selesai apabila pelanggan telah melakukan pelunasan atas sisa tagihan pemesanan yang dilakukan.

Secara umum, terdapat tiga penjualan pada Arinz TM, yakni penjualan via online, penjualan konsinyasi, dan penjualan langsung via toko. Penjualan via online dilakukan melalui situs media sosial yang dimiliki oleh pihak UMKM. Pelanggan dapat melihat foto-foto produk jadi yang dimiliki oleh UMKM secara online, kemudian dapat menghubungi UMKM sesuai dengan produk yang diharapkan. Metode penjualan secara konsinyasi dilakukan dengan cara melakukan penitipan barang dagangan yang dimiliki oleh UMKM kepada agen atau mitra (jual titip). Penitipan produk tersebut didasari atas riwayat penjualan sebelumnya untuk masing-masing mitra UMKM. Metode terakhir yakni penjualan via toko secara langsung, dimana metode penjualan via toko dibagi atas dua tipe pemenuhan permintaan. Tipe pertama, pihak UMKM melayani penjualan berdasarkan persediaan produk yang telah ada, dimana pelanggan melakukan pembelian secara langsung tanpa melakukan pemesanan terlebih dahulu. Tipe kedua, pelanggan akan menghubungi UMKM untuk melakukan pemesanan. Kemudian, pihak Arinz TM akan memberikan beberapa model atau *sample* kepada pelanggan untuk menyesuaikan dengan keinginan pelanggan. Apabila model yang diberikan oleh pihak Arinz TM telah sesuai dengan permintaan pelanggan, maka selanjutnya proses produksi dapat dilakukan.

Untuk menyamakan persepsi terkait pemodelan proses penjualan yang ada pada UMKM Alifah Collection dan Arinz TM, proses bisnis penjualan yang akan disimulasikan berdasarkan studi kasus UMKM Arinz TM adalah proses penjualan via toko dengan adanya proses pemesanan terlebih dahulu oleh pelanggan. Pada proses pemesanan permintaan produk, pelanggan akan menghubungi pihak Arinz TM melalui telepon atau datang secara langsung. Kemudian, Arinz TM akan menanyakan kebutuhan pelanggan dan menawarkan beberapa *sample* atau desain kepada pelanggan. Keseluruhan informasi mengenai permintaan pemesanan pelanggan tersebut akan dicatat oleh Arinz TM untuk proses produksi, dimana informasi tersebut meliputi informasi model, jenis produk, jenis bahan baku, dan jumlah produk yang diinginkan. Selanjutnya, pelanggan akan melakukan

pembayaran uang muka sebesar 30%-50%, dan pihak Arinz TM akan mengkonfirmasi bahwa permintaan pemesanan akan dikerjakan. Namun, berbeda dengan Alifah Collection, pihak Arinz TM tidak dapat memberikan kepastian waktu penyelesaian keseluruhan proses permintaan pemesanan. Hal tersebut dikarenakan, terkadang terdapat beberapa kendala teknis seperti bahan baku, pekerja ataupun pelanggan sendiri, selain itu pihak Arinz TM terkendala dalam hal kurangnya tingkat pengelolaan terhadap proses bisnis yang berjalan saat ini.

Berdasarkan catatan informasi permintaan pemesanan pelanggan, pihak Arinz TM akan memetakan kebutuhan bahan baku dalam proses produksi. Pemetaan bahan baku tersebut dilakukan untuk proses pengadaan bahan baku yang akan dilakukan oleh Arinz TM dengan *supplier*. Pihak Arinz TM menjelaskan bahwa sangat jarang menyimpan bahan baku produksi, pihak Arinz TM lebih memilih untuk melakukan pengadaan ketika terdapat pemesanan permintaan pelanggan. Apabila terdapat sisa bahan baku, pihak Arinz TM akan menggunkan kembali sisa bahan baku tersebut untuk proses produksi pada transaksi selanjutnya. Setelah melakukan pemetaan bahan baku, pihak Arinz TM akan menghubungi *supplier* sesuai dengan bahan baku yang dibutuhkan untuk proses produksi. Apabila bahan baku tersedia di *supplier*, pihak Arinz TM akan melakukan proses produksi. Namun, apabila bahan baku tidak tersedia di *supplier*, pihak Arinz TM akan menghubungi pelanggan kembali untuk menanyakan kepada pelanggan apakah ingin menunggu hingga bahan baku tersedia atau dapat mengganti bahan baku dengan bahan yang lain.

Selanjutnya, apabila pesanan permintaan telah selesai diproduksi, pihak Arinz TM akan menghubungi pelanggan untuk menginformasikan bahwa pesanan sudah dapat diambil. Berbeda dengan Alifah Collection, pihak Arinz TM tidak mengirimkan pesanan kepada pelanggan, melainkan pelanggan sendiri yang harus mengambil pesanan secara langsung. Keseluruhan proses transaksi penjualan pada Arinz TM dinyatakan selesai apabila, pelanggan telah membayar lunas atas pemesanan yang dilakukan dan mengambil produk yang dipesan.

4.1.3 Proses Produksi

Dilihat dari hal yang mendorong proses produksi, secara umum perusahaan manufaktur dapat beroperasi berdasarkan permintaan pelanggan atau berdasarkan suatu ramalan permintaan. Pada perusahaan *make-to-order* perusahaan hanya akan melakukan produksi ketika terdapat pemesanan dari pelanggan, dimana perusahaan tidak akan menyimpan produk akhir. Perusahaan *make-to-order* biasanya telah memiliki rancangan dasar dari produk yang akan dibuat, namun beberapa atribut dari pelanggan juga akan diperhitungkan dalam perancangan produk.

Pada Alifah Collection proses pengolahan bahan mentah menjadi produk jadi dilakukan atas beberapa tahapan. Proses pengerjaan pertama adalah melakukan proses pemotongan bahan baku, dimana proses pemotongan telah memiliki pola tersendiri sesuai dengan produk yang dipesan. Proses selanjutnya adalah proses pengurutan hasil potongan kain oleh penjahit untuk dilakukan proses pengobrasan. Setelah kain-kain tersebut diobras, kain akan dikembalikan pada penjahit untuk dilakukan proses penjahitan lopatan untuk setiap baju yang telah jadi. Setelah baju telah selesai dijahit, baju akan diserahkan pada bagian pengobras untuk dilakukan pengobrasan kembali. Untuk beberapa jenis produk akan dilakukan proses bordir.

Apabila seluruh proses penjahitan produk telah selesai, pihak Alifah Collection akan melakukan *quality check* untuk memastikan kualitas yang dihasilkan tetap terjaga. Proses *quality check* pada Alifah Collection dilakukan melalui dua tahapan pemeriksaan. Proses *quality check* pertama diawali dengan pembersihan terhadap benang-benang yang masih menempel pada produk. Selanjutnya, akan dilakukan pemasangan kancing, bet ataupun aksesoris pada produk jadi. Setelah, keseluruhan proses tersebut selesai, Alifah Collection akan melakukan proses penyetricaan dan perapian produk sehingga produk siap untuk dikemas. Proses *quality check* kedua, dilakukan oleh pemilik Alifah Collection secara langsung untuk memastikan produk telah benar-benar siap untuk diserahkan kepada tangan pembeli.

Tidak jauh berbeda pada proses produksi pada UMKM Alifah Collection, proses produksi pada Arinz TM dimulai proses desain atau memodelkan produk pesanan dari pelanggan. Pihak Arinz TM memaparkan bahwa proses desain inilah yang sangat penting dalam tercapainya kesuksesan pada proses produksi, dimana

proses desain juga menyita cukup banyak waktu dalam pelaksanaannya. Proses desain ini juga yang nantinya akan dijadikan acuan dalam proses pengadaan bahan baku. Setelah proses desain dilakukan dan bahan baku telah tersedia, maka proses pembuatan pola dapat dilakukan. Proses pembuatan pola dilakukan untuk memastikan kesesuaian antara gambar desain awal dengan pola pemotongan bahan baku. Proses pembuatan pola dilakukan dengan cara menggambar masing-masing bagian pakaian pada kertas, yang mana potongan kertas tersebut nantinya akan digunakan dalam pemotongan bahan baku. Setelah seluruh bagian telah dipotong, maka proses selanjutnya adalah proses menggabungkan masing-masing bagian dengan mesin jahit. Apabila seluruh bagian telah dijahit, selanjutnya bagian tepi untuk setiap produk akan dirapikan dengan bantuan mesin obras. Hal tersebut bertujuan untuk memastikan agar setiap jahitan lebih kuat dan tidak terlepas.

Setelah seluruh proses penjahitan dan pengobrasan telah selesai, proses selanjutnya adalah proses penyetrikaan hasil produk. Pada Arinz terdapat dua proses penyetrikaan, proses penyetrikaan pertama dilakukan dalam rangka untuk proses pemasangan aksesoris agar lebih rapi, kemudian proses penyetrikaan kedua dilakukan sebelum seluruh produk dikemas. Keseluruhan proses tersebut dilakukan untuk memastikan bahwa setiap produk jadi yang akan dikirimkan kepada pelanggan telah sesuai dengan harapan. Pihak Arinz TM sangatlah menjaga kualitas dari setiap produk yang dimiliki, oleh karena itu setiap proses produksi diawasi langsung oleh Bu Arinda selaku pemilik UMKM.

4.1.4 Proses Pengadaan

Salah satu aktivitas dasar dalam berjalannya proses bisnis perusahaan adalah proses pengadaan. Proses pengadaan dilakukan untuk memastikan pemenuhan pasokan material dalam rangka memenuhi kebutuhan bisnis. Pada proses pengadaan terdapat beberapa tahapan didalamnya yakni proses perencanaan pengadaan, proses pemilihan *supplier* yang tepat, hingga proses pengiriman material. Proses perencanaan pengadaan meliputi proses penentuan kebutuhan dan mekanisme pengadaan yang akan dilakukan. Dalam perencanaan pengadaan akan diputuskan material apa yang dibutuhkan, dan dimana material tersebut akan diperoleh. Proses pemilihan *supplier* dilakukan untuk menentukan *supplier* terbaik

yang dapat memenuhi permintaan material perusahaan. Terdapat beberapa hal yang diperhitungkan dalam pemilihan *supplier*, yakni antara lain kapasitas ketersediaan barang, kualitas barang, konsistensi pengiriman dan negosiasi harga yang diberikan oleh *supplier*. Setelah dirasa semua proses negosiasi dengan *supplier* telah tercapai, proses pengadaan dapat dinyatakan telah terpenuhi apabila seluruh material yang dipesan kepada *supplier* telah dikirimkan sesuai dengan ketentuan yang disepakati sebelumnya.

Bagi UMKM Alifah Collection dan Arinz TM, *supplier* sangatlah berperan penting dalam keberlangsungan proses bisnis. Hal tersebut dikarenakan kondisi bisnis masing-masing perusahaan yang bersifat *make-to-order*, dimana perusahaan hampir tidak pernah memiliki persediaan bahan baku dalam memenuhi pemesanan permintaan. Perusahaan baru akan melakukan perencanaan pengadaan bahan baku apabila terdapat permintaan pesanan pelanggan yang masuk, sehingga proses pemenuhan permintaan tersebut sangatlah tergantung dengan ketersediaan bahan baku pada *supplier*. Oleh karena itu, bagi Alifah Collection dan Arinz TM menjaga relasi dengan *supplier* merupakan hal yang sangat penting untuk diperhatikan.

Proses pengadaan bahan baku pada Alifah Collection dimulai dari proses perancangan produksi untuk menentukan kebutuhan bahan baku produksi. Selanjutnya, pihak Alifah Collection akan menghubungi beberapa *supplier* sesuai dengan bahan baku yang dimiliki. Bagi Alifah Collection, pemilihan *supplier* didasari atas ketersediaan barang yang dibutuhkan dan relasi yang dimiliki dengan *supplier*. Dengan adanya relasi yang baik antara Alifah Collection dan *supplier*, *supplier* tidak akan segan untuk mencarikan bahan baku yang dibutuhkan oleh Alifah Collection. Selanjutnya, apabila bahan baku yang dibutuhkan tersedia pada *supplier*, proses negosiasi harga dilakukan. Negosiasi harga disini, tidak terlalu berperan penting dalam proses pengadaan pada Alifah Collection. Hal tersebut dikarenakan pihak Alifah Collection telah menjalin hubungan baik dengan *supplier*, sehingga harga yang diberikan cenderung lebih murah. Kemudian, proses pembayaran bahan baku akan dilakukan dan barang siap untuk diambil oleh pihak Alifah Collection. Apabila seluruh bahan baku telah tersedia, maka proses produksi untuk memenuhi permintaan pemesanan pelanggan dapat dijalankan.

Sedangkan proses pengadaan bahan baku pada Arinz TM terbilang cukup sederhana dan kurang lebih serupa dengan Alifah Collection, dimana pihak Arinz TM akan menghubungi pihak *supplier* via telepon ataupun datang secara langsung ke tempat *supplier*. Pengadaan bahan baku pada Arinz TM dimulai ketika terdapat kebutuhan bahan baku berdasarkan permintaan pesanan pelanggan. Pesanan pelanggan tersebut kemudian akan dimodelkan untuk membuat perancangan produksi. Perancangan produksi berisikan jumlah bahan baku yang dibutuhkan bagi pihak Arinz TM untuk memproduksi permintaan pemesanan produk oleh pelanggan. Setelah diperoleh hasil rancangan tingkat kebutuhan bahan baku untuk proses produksi, Arinz TM akan menghubungi masing-masing *supplier* dari setiap bahan baku yang dibutuhkan. Pihak Arinz TM hanya memiliki beberapa *supplier* tetap dan sangat jarang sekali bagi UMKM untuk mengganti atau mencari *supplier* baru. Hal tersebut dikarenakan pihak Arinz TM merasa lebih nyaman dan telah memiliki loyalitas tinggi terhadap *supplier*, selain itu ketersediaan bahan baku yang hanya dimiliki oleh *supplier* tetap tersebut menjadikan Arinz TM enggan untuk berpindah *supplier*. Apabila bahan baku yang dibutuhkan tersedia pada *supplier*, Arinz TM akan melakukan negosiasi harga dengan *supplier*. Negosiasi harga yang dilakukan hanya meliputi penawaran harga yang diberikan oleh *supplier* dan permintaan diskon oleh Arinz TM. Apabila kedua belah pihak telah setuju atas harga yang diberikan, kemudian *supplier* akan mengirimkan seluruh bahan baku yang dibutuhkan. Pihak Arinz TM menjelaskan bahwa saat ini pembayaran atas bahan baku dapat dilakukan setelah bahan baku tersebut telah dikirim, hal tersebut dikarenakan hubungan antara *supplier* dengan pihak Arinz TM telah terjalin dengan cukup baik.

4.2 Perancangan Model Agent Based

Berdasarkan pemaparan terkait proses bisnis serta kondisi bisnis kedua perusahaan, selanjutnya akan dirancang model *agent-based* berdasarkan entitas bisnis perusahaan. Proses perancangan model *agent-based* pada penelitian ini didasari atas kombinasi kedua kondisi bisnis perusahaan. Kesamaan proses bisnis serta entitas bisnis masing-masing perusahaan dijadikan dasar penyusunan model simulasi *agent-base* yang dibangun.

Secara umum, perancangan model pada *agent-based modelling and simulation* terdiri atas pemodelan konseptual dan pengkodean model pada NetLogo. Pemodelan konseptual secara detail mendefinisikan *agent* yang terlibat di dalam sistem, pengaturan *environment*, dan pendefinisan interaksi di dalam sistem. Kemudian, setelah pemodelan konseptual dilakukan, proses pengkodean model *agent-based modelling* menggunakan bahasa pemrograman NetLogo dapat dilakukan.

4.2.1 Pemodelan Konseptual

Pemodelan konseptual mendeskripsikan tujuan pembangunan model, *input* ataupun faktor-faktor yang diperhitungkan dalam skenarioisasi, *output* atau respon, konten, asumsi, dan simplifikasi dari model (S. Robinson, 2008; Arvitrida *et al.*, 2015). Pada *agent-based modelling and simulation*, pemodelan konseptual berfungsi untuk mendeskripsikan element-element di dalam model seperti *agent*, *environment*, ataupun *interaction* (Macal and North, 2014). Pendefinisian element-element tersebut didasari atas studi literatur terkait *agent-based modelling and simulation*, serta studi kasus yang akan diangkat pada penelitian ini.

Secara umum, tujuan dari pemodelan *agent-based modelling and simulation* pada penelitian ini adalah untuk megkaji keterkaitan antara variasi produk dan kompleksitas rantai pasok terhadap tingkat kebutuhan teknologi informasi pada kondisi bisnis bertipe *make-to-order*. Kondisi bisnis dalam penelitian ini didasarkan atas dua studi kasus UMKM yakni Alifah Collection dan Arinz TM. Kedua studi kasus yang telah dipaparkan sebelumnya digunakan sebagai dasar pertimbangan bagi penulis dalam memodelkan sistem simulasi *agent-based* yang akan dibangun.

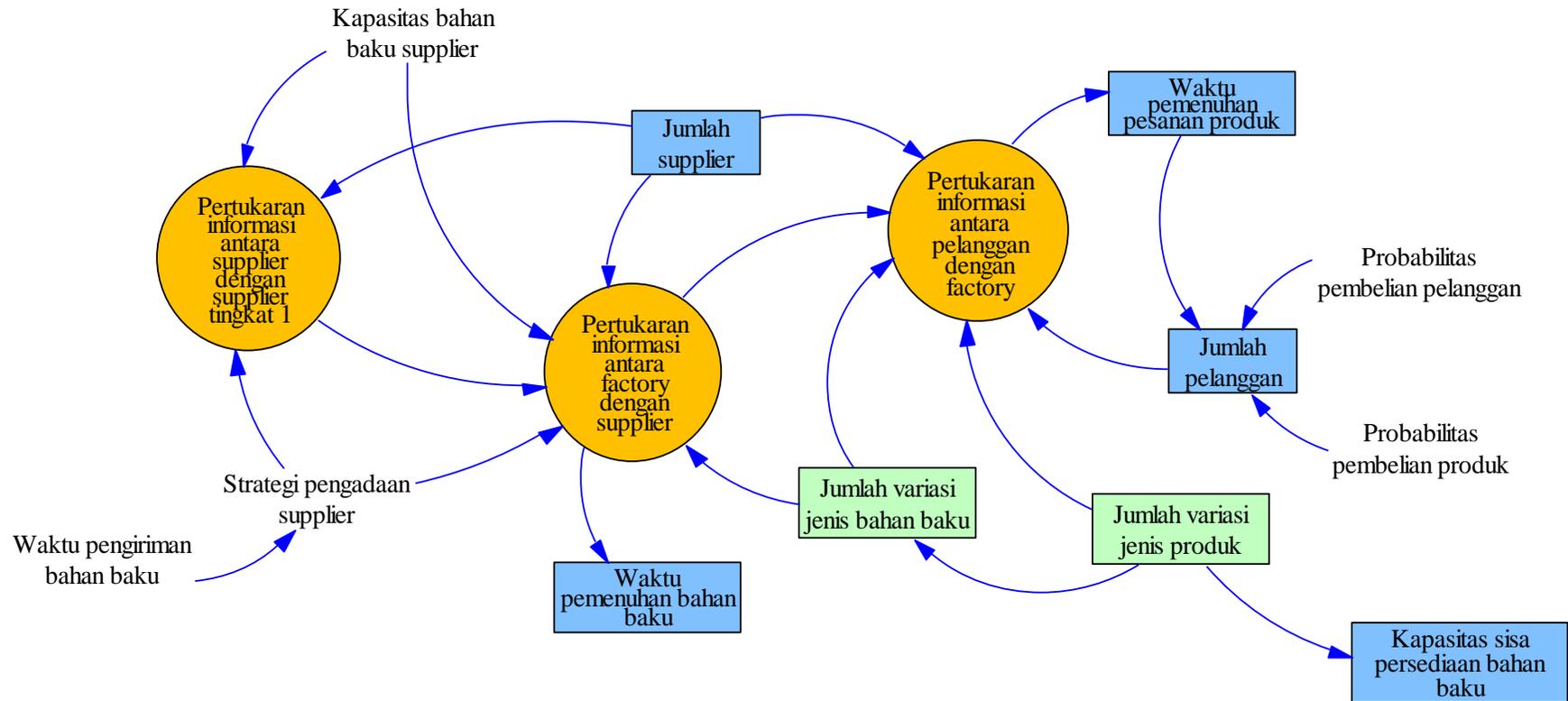
Berdasarkan penjelasan terkait masing-masing prosedur proses bisnis pada kedua UMKM yang telah dipaparkan sebelumnya konseptual model simulasi secara umum akan dibangun. Pendefinisian konseptual model tersebut bertujuan untuk memetakan komponen atau variabel yang terlibat di dalam sistem. Pemetaan tersebut dilakukan untuk mengetahui sejauh mana keterkaitan antar komponen di dalam sistem (Gambar 4.1). Pada Gambar 4.1 tersebut dijelaskan, bahwa hasil tujuan akhir dalam pemodelan dan simulasi yang dibangun dalam penelitian ini

bertujuan untuk mengetahui pengaruh peningkatan derajat variasi produk terhadap intensitas pertukaran informasi yang terjadi pada komponen rantai pasok. Intensitas pertukaran informasi tersebut merupakan parameter dalam mengetahui tingkat kompleksitas rantai pasok serta tingkat kebutuhan informasi bagi perusahaan.

Jaringan rantai pasok sendiri terdiri atas *customer*, *factory*, *supplier* hingga *supplier* tingkat 1. Dalam penelitian ini, keterkaitan variabel-variabel yang didefinisikan pada Gambar 4.2 didasarkan atas tinjauan literatur serta studi kasus kedua UMKM yang telah dipaparkan sebelumnya. Pada Gambar 4.1 dapat diketahui bahwa keseluruhan variabel akan saling mempengaruhi satu sama lain. Dengan memetakan setiap variabel yang berpengaruh di dalam, akan diketahui variabel-variabel apa saja yang akan berpengaruh dalam meningkatkan intensitas pertukaran informasi antara komponen rantai pasok. Oleh karena itu, untuk menganalisis secara lebih mendalam mengenai pemodelan dan simulasi menggunakan agent-based akan didefinisikan *scope* serta *level of detail* dari sistem.

Pendefinisian *scope* dan *level of detail* dari sistem bertujuan untuk memodelkan keterkaitan dan interaksi yang terjadi antar *agent* di dalam sistem berdasarkan model konseptual yang telah dibangun sebelumnya (Tabel 4.1). Pendefinisian tersebut bertujuan untuk memetakan *agent-agent* yang terlibat di dalam sistem, serta pengaruh antar agent di dalam sistem. Pada pendefinisian *scope* dan *level of detail*, akan didefinisikan *input* serta *output* model yang diharapkan dalam pembangunan model simulasi ini.

Telah dipaparkan pada bab sebelumnya, bahwa pada penelitian ini hanya berfokus pada pengaruh tingginya variasi produk pada kompleksitas rantai pasok, yang akan berdampak pada tingkat kebutuhan teknologi informasi sesuai dengan kondisi bisnis perusahaan. Oleh karena itu, pada penelitian ini hanya menitik beratkan pada pertukaran informasi yang terjadi dengan semakin tingginya permintaan variasi produk terhadap perusahaan, akan berpengaruh pada kompleksitas rantai pasok yang direpresentasikan sebagai banyaknya bahan baku yang harus diperoleh dari berbagai *supplier*. Pertukaran informasi disini merupakan hasil keluaran yang diharapkan dari model yang dibangun.



Gambar 4.1 Keterkaitan antar variabel di dalam sistem

Tabel 4.1 Pemodelan konseptual simulasi *agent-based*

Model Content (Scope and Level of Detail)
<p>The agents: <i>Customers, Factory, Suppliers, dan Agen Pemasok.</i></p> <p>The environment: Ruang strategis dua dimensi yang didefinisikan sebagai ruang lingkup aktivitas <i>agent</i> yang merepresentasikan tingkat efisiensi dan daya tanggap.</p> <p>The interactions: Setiap <i>customer</i> akan menciptakan suatu <i>link</i> dengan <i>factory</i>, dan <i>factory</i> akan membuat koneksi dengan satu atau beberapa <i>supplier</i>. Kemudian, <i>supplier</i> akan membentuk kolaborasi dengan agen pemasok.</p> <p>The autonomy:</p> <p>CUSTOMERS Setiap <i>customer</i> akan memilih <i>factory</i> sesuai dengan posisi masing-masing <i>customer</i>, kemudian masing-masing <i>customer</i> akan memberikan informasi terkait permintaan pemesanan produk kepada <i>factory</i>.</p> <p>FACTORY <i>Factory</i> akan menerima dan mengolah informasi permintaan pemesanan <i>customer</i>. Kemudian, <i>factory</i> akan memilih dan menentukan <i>supplier</i> atau beberapa <i>supplier</i> berdasarkan preferensi kebutuhan bahan baku terdapat permintaan pemesanan.</p> <p>SUPPLIER <i>Supplier</i> akan bertugas untuk menerima informasi terkait kebutuhan bahan baku yang diharapkan oleh <i>supplier</i>.</p> <p>AGEN PEMASOK Pemasok berfungsi sebagai agen yang bertugas untuk selalu mengirimkan <i>stock</i> bahan baku kepada masing-masing <i>supplier</i>.</p> <p>The schedule: Setiap pergerakan atau perbindahan <i>agent</i>, <i>life</i> (bagi <i>customer</i> yang dapat memilih untuk aktif/ tidak aktif), dan perhitungan output.</p>
Input/ Experimental Factors
<p>Customer behaviour: <i>Customer order</i></p> <p>Factory behaviour: <i>Customer order fullfilment, production process, material procurement</i></p> <p>Supplier behaviour: <i>Material order fulfilment, material item procurement</i></p> <p>Agen Pemasok: <i>Supplier order fullfilment</i></p>
Outputs/ Respons
<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengaruh variabel terhadap interaksi yang terjadi antar <i>agent</i> di dalam sistem 2. Pertukaran informasi antar <i>agent</i> di dalam sistem 3. Waktu pemenuhan bahan baku 4. Waktu penyelesaian transaksi penjualan masing-masing produk

4.2.1.1 Pendefinisian Agents

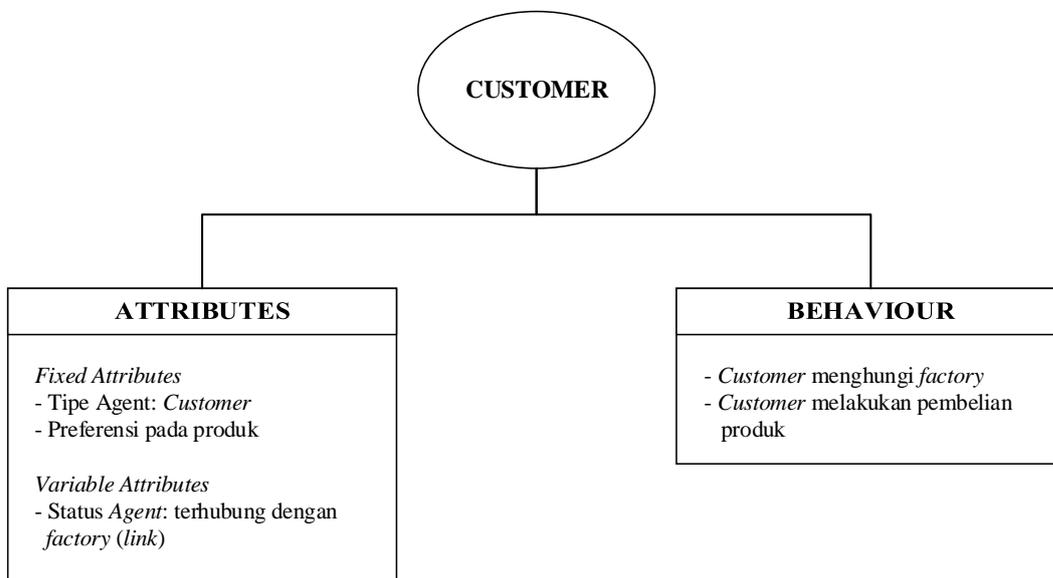
Agent didefinisikan sebagai suatu entitas/ komponen/ individu yang merepresentasikan suatu objek dalam simulasi (Macal and North, 2014; Arvitrida *et al.*, 2015). Setiap *agent* secara independent dapat mengambil keputusan tanpa adanya dorongan dari berbagai faktor eksplisit. *Agent* juga memiliki sifat sosial, dimana setiap *agent* dapat melakukan interaksi dengan *agent* lain secara responsif. Selain itu, setiap *agent* bersifat *pro-active* dimana sangat memungkinkan bagi *agent* untuk berkembang dan belajar meningkatkan kemampuan dalam mengambil keputusan (Railsback and Grimm, 2012).

Dalam penyusunan model menggunakan *agent-based modelling and simulation*, setiap *agent* didefinisikan satu-persatu menggunakan pendekatan *bottom-up*. Pendekatan tersebut akan menghasilkan suatu *global pattern* dari sistem yang dibangun berdasarkan setiap aktivitas dari masing-masing *agent* (Arvitrida *et al.*, 2015). Setiap *agent* memiliki sifat *sociable* dan *interdependent*, sehingga aktivitas yang dilakukan oleh *agent* dapat mempengaruhi *agent* lain sebagai respon atas tindakan yang dilakukan. Namun, meskipun setiap *agent* memiliki kemampuan untuk beradaptasi dan belajar, *agent* tetap memiliki keterbatasan dalam bergerak. Hal tersebut dikarenakan, setiap *agent* memiliki karakteristik utama yang akan secara terus-menerus melakukan penyempurnaan dalam rangka mencapai *individual satisfaction* (Macal and North, 2014; Arvitrida *et al.*, 2015).

Masing-masing *agent* memiliki *attribute* dan *behaviour*, dimana karakteristik dari *attribute* adalah apa/ siapa *agent* tersebut, dan *behaviour* merupakan suatu fitur yang mendeskripsikan bagaimana *agent* tersebut bergerak dan berperilaku. Pada penelitian ini, *attribute* dari *agent* dideskripsikan menjadi dua tipe *attribute*, yakni *fixed attribute* dan *variable attribute*. *Fixed attribute* merepresentasikan atribut dari *agent* yang akan selalu tetap atau konstan selama simulasi berjalan. Sedangkan, *variable attribute* merupakan karakteristik *agent* secara spesifik, dimana atribut tersebut seiring akan berubah mengikuti *time unit ticks*. Kedua atribut tersebut akan berpengaruh pada *behaviour* dari masing-masing *agent* dalam proses pengambilan keputusan.

a. Agent Customer

Pada *agent customer*, *fixed attribute* ditentukan secara spesifik berdasarkan tipe *agent* yakni *customer*, dimana pelanggan memiliki preferensi untuk melakukan pembelian terhadap suatu produk dengan variasi tertentu (*product preference*). Kecenderungan untuk melakukan permintaan pemesanan produk direpresentasikan oleh posisi *agent* pada *environment*, dimana pada model posisi tersebut akan selalu tetap (*customer* tidak dapat berpindah). Permintaan pemesanan produk oleh *customer* dibatasi hanya dapat dilakukan sesuai dengan jumlah item produk yang telah ditentukan. Sedangkan, *variable attribute* direpresentasikan sebagai status *agent*, dimana dapat berubah pada saat simulasi berlangsung. Hal tersebut akan digambarkan oleh keberadaan *link* yang menghubungkan antara *customer* dengan *factory*. *Link* tersebut akan terbentuk ketika *customer* menghubungi *factory*, dimana terdapat dua tipe preferensi pembelian oleh *customer*, yakni *customer* yang hanya menghubungi *factory* tanpa melakukan transaksi pembelian, dan *customer* yang melakukan pembelian produk. Preferensi pembelian tersebut ditentukan oleh probabilitas pembelian *customer* pada waktu tertentu.



Gambar 4.2 Attribute dan behaviour dari agent customer

Customer behaviour ditentukan berdasarkan aktivitas *customer* dalam berinteraksi dengan *factory (link)*. *Customer* akan memilih *factory* sesuai dengan posisi *customer* dalam *environment*. Kemudian, *customer* yang memilih untuk

melakukan pembelian produk, akan memberikan informasi terkait permintaan pemesanan produk (*order*) kepada *factory*. Informasi tersebut berisikan informasi terkait produk, jenis produk, dan jumlah pesanan permintaan setiap *customer*. Jika semakin banyak *customer* yang melakukan pembelian, hal tersebut mengindikasikan bahwa semakin tinggi probabilitas pembelian *customer* terhadap *factory*. Selain itu, bagi *customer* yang telah melakukan transaksi pembelian, tidak akan dapat melakukan transaksi kembali sampai transaksi pembelian yang dilakukan sebelumnya telah selesai dilaksanakan. Pada Gambar 4.1 merupakan hasil pemaparan secara lebih ringkas terkait *customer attribute* dan *customer behaviour*.

b. Agent Factory

Pada *agent factory*, *fixed attribute* pada *agent factory* didefinisikan berdasarkan beberapa karakteristik yang dimiliki oleh *factory* yakni, tipe *agent (factory)*, *factory* memiliki jumlah variasi jenis item tertentu yang akan diproduksi (*factory product variety*), durasi waktu yang diperlukan oleh *factory* untuk melakukan keseluruhan proses pemenuhan pemesanan (*factory production rate*) dan *factory* memiliki kemampuan dalam menentukan *supplier (supplier selection)*.

Factory product variety merepresentasikan variasi jenis produk yang ditawarkan oleh *factory* kepada pelanggan, dimana yang dimaksud dengan variasi jenis produk meliputi sub-produk untuk masing-masing produk yang dapat diproduksi. Variasi produk akan menentukan jenis bahan baku yang dibutuhkan oleh *factory* dalam memproduksi masing-masing jenis produk. Setiap jenis produk memiliki *bill of material* yang merepresentasikan *list* bahan baku yang dibutuhkan dalam proses produksi untuk menghasilkan produk tersebut menjadi barang jadi yang siap dipasarkan. *Factory production rate* memiliki keterkaitan erat dengan variasi jenis produk yang dimiliki oleh *factory*. *Factory production rate* merepresentasikan durasi waktu dari proses pemenuhan pemesanan, dimana hal tersebut meliputi durasi antara *factory* dengan *customer*, durasi proses produksi, dan durasi antara *factory* dengan *supplier*. Sedangkan, untuk *supplier selection* merepresentasikan kesediaan *factory* untuk melakukan proses pengadaan bahan baku pada *supplier* tertentu. Pada proses penentuan *supplier* tersebut, *factory*

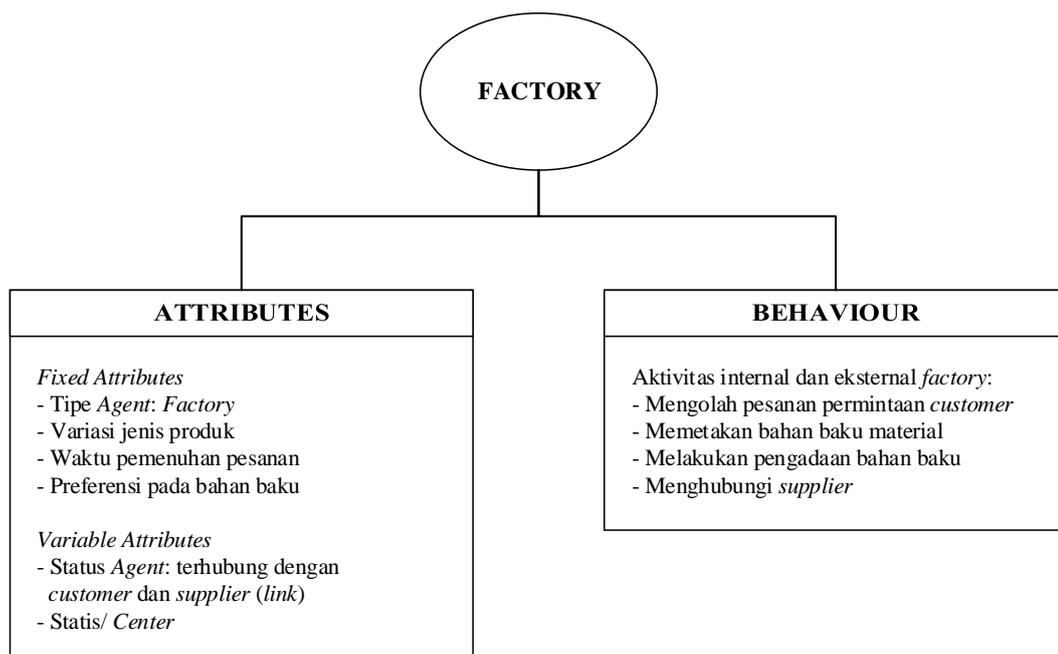
menitikberatkan pada ketersediaan produk, dimana posisi *supplier* tidak menentukan preferensi dalam pemilihan *supplier*.

Variable attribute pada *factory* direpresentasikan sebagai status/ kedudukan/ posisi *factory* ketika proses simulasi berlangsung. Pada penelitian ini, posisi strategis *factory* bersifat tetap yakni berada pada tengah *environment*. Proses penentuan posisi *supplier* tersebut, didasari anggapan bahwa posisi *factory* adalah *center* dari keseluruhan proses simulasi. *Variable attribute* juga merepresentasikan adanya keterkaitan antara *factory* dengan *agent* lain. Pada penelitian ini, *factory* memiliki hubungan dengan banyak *customer*, dan dengan beberapa *supplier*. *Factory* dapat menerima permintaan pemesanan dari *customer* manapun dengan posisi apapun, dan *factory* juga dapat melakukan kolaborasi dengan *supplier* yang ada diposisi manapun.

Factory behaviour ditentukan berdasarkan aktivitas yang ada di dalam *factory* sendiri, serta aktivitas yang meliputi kolaborasi antara *factory* dengan *agent* lain yaitu *agent customer* dan *agent supplier*. Interaksi yang terjadi antara *factory* dengan *customer* meliputi proses pemenuhan pesanan permintaan *customer* (*customer order fulfilment*), dan interaksi antara *factory* dengan *supplier* adalah proses pengadaan bahan baku untuk proses produksi (*material procurement*). Sedangkan, aktivitas yang terjadi di dalam internal *factory* meliputi rangkaian proses produksi barang mentah hingga barang jadi (*production process*) dalam kurun waktu tertentu (*lead time*).

Rangkaian proses produksi pada *factory* secara umum meliputi proses penjahitan, pengobrasan, pengecekan kualitas produk, dan pengemasan produk. Masing-masing proses tersebut memiliki waktu yang berbeda-beda dimana akan berpengaruh pada waktu penyelesaian permintaan pesanan. Rentang waktu tersebut pada simulasi direpresentasikan sebagai *lead time*. Dimana waktu penyelesaian dalam simulasi ini akan dijadikan tolak ukur untuk menghitung keakurasian model yang dibangun. Hal tersebut dikarenakan model simulasi yang dibangun tidak akan menyoroti lebih jauh mengenai proses internal di dalam *factory*, yang mana rentang waktu dalam proses produksi tersebut yang akan berperan penting pada proses simulasi.

Intraksi yang terjadi antara *factory* dengan *customer*, dimulai ketika *customer* menghubungi *factory* dan mengajukan permintaan pesanan. Di dalam proses tersebut, *customer* akan memberikan informasi berupa detail permintaan barang yang meliputi item produk, jenis item produk, serta jumlah produk yang dibutuhkan. Kemudian, sebelum *factory* menyetujui permintaan pelanggan tersebut, *factory* akan memetakan bahan baku yang dibutuhkan dan menghubungi *supplier* untuk menanyakan ketersediaan barang. Apabila barang tersedia, maka selanjutnya *factory* akan menghubungi *customer* dan melanjutkan pesanan untuk dilakukan proses produksi. Setelah, proses produksi dilakukan, *factory* akan menghubungi *customer* kembali untuk menginformasikan bahwa pesanan permintaan barang telah selesai. Keseluruhan proses tersebut direpresentasikan sebagai proses *customer order fulfilment*.



Gambar 4.3 *Attribute dan behaviour dari agent factory*

Sedangkan interaksi yang terjadi antara *factory* dengan *supplier*, diawali dengan proses pemetaan bahan baku yang dibutuhkan oleh *factory*. Pemetaan bahan baku tersebut bertujuan untuk mengetahui *supplier* mana sajakah yang akan dihubungi oleh *factory*. *Factory* akan menghubungi masing-masing *supplier* sesuai dengan ketersediaan bahan baku yang dimiliki oleh *supplier*. Ketersediaan bahan baku merupakan faktor utama dalam pemilihan *supplier* bagi *factory*. Selain itu,

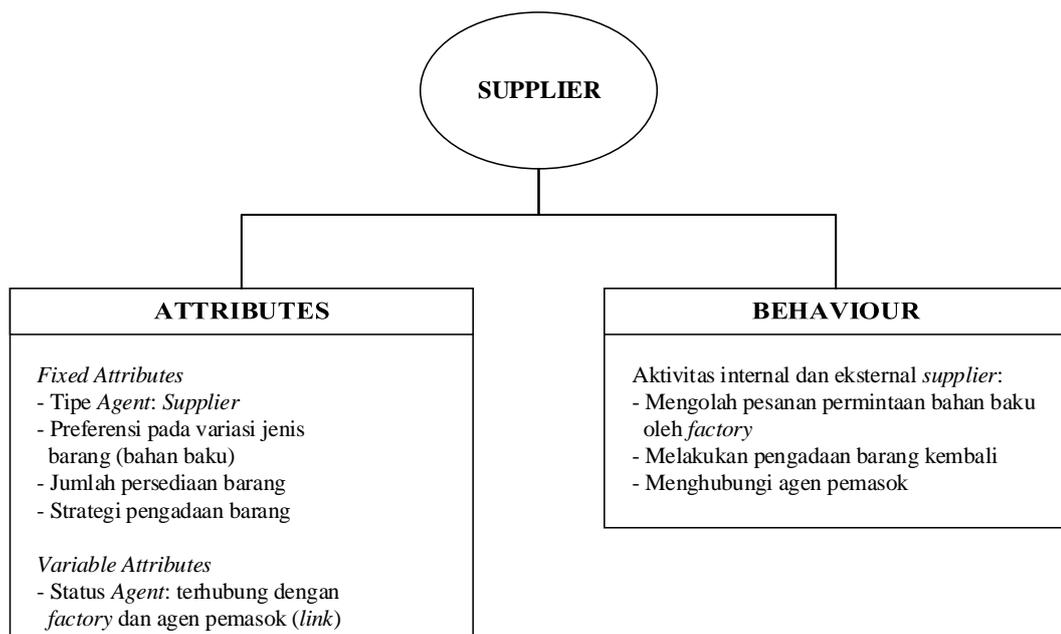
loyalitas dan respon dari *supplier* dalam menyediakan bahan baku juga diperhitungkan oleh *factory* dalam memilih *supplier*. Apabila bahan baku tersedia, *factory* akan dihubungi oleh *supplier* dan proses permintaan pemesanan dapat dilanjutkan. Keseluruhan *attribute* dan *behaviour* yang telah dipaparkan sebelumnya, dirangkum secara lebih jelas pada Gambar 4.2.

c. Agent Supplier

Dibandingkan dengan *agent customer* ataupun *agent factory*, *agent supplier* relatif cukup sederhana. *Fixed attribute* pada *agent supplier* meliputi beberapa karakteristik, yakni tipe *agent (supplier)*, memiliki variasi jenis barang (*supplier items*), jumlah maksimum persediaan (*number of inventory*) dan strategi proses pengadaan barang kembali (*supplier replenishment strategy*). *Supplier items* merepresentasikan variasi barang (bahan baku) yang tersedia pada *supplier*, dimana setiap *supplier* masing-masing menyediakan satu hingga beberapa jenis bahan baku. *Number of inventory* berkaitan dengan jumlah maksimum persediaan yang dimiliki oleh *supplier*, dimana proses pengadaan barang akan diberhentikan apabila kapasitas yang dimiliki telah tidak memadai. *Supplier replenishment strategy* didefinisikan sebagai strategi bagi *supplier* dalam melakukan pengadaan barang kembali untuk memenuhi permintaan dengan jumlah tertentu. Strategi yang dimaksud merepresentasikan metode atau alternatif yang dapat dipilih oleh *supplier* untuk melakukan pengadaan barang, dimana alternatif tersebut meliputi waktu dan jumlah barang yang akan diadakan kembali. Sedangkan, *variable attribute* pada *agent supplier* dideskripsikan sebagai status *agent*, dimana status pada masing-masing *agent* dapat berubah selama proses simulasi. Pada *agent supplier*, *supplier* terhubung dengan dua tipe *agent* yakni *agent factory* dan *agent agen pemasok*. *Supplier* dapat menerima permintaan bahan baku oleh *factory*, dan melakukan pengadaan barang (bahan baku) melalui agen pemasok.

Supplier behaviour direpresentasikan berdasarkan aktivitas atau interaksi yang terjadi ataupun dipengaruhi oleh *agent* itu sendiri maupun *agent* lain. Untuk *agent supplier*, memiliki dua aktivitas utama yakni memenuhi permintaan pesanan bahan baku oleh *factory* dan melakukan pengadaan barang (bahan baku) kembali melalui agen pemasok. Pada aktivitas pertama, *supplier* akan dihubungi oleh

factory untuk menanyakan ketersediaan bahan baku pada *supplier*. Kemudian, *supplier* akan mengecek ketersediaan bahan baku. Apabila bahan baku yang diinginkan tersedia, *supplier* akan menghubungi *factory* dan bahan baku siap untuk dikirimkan. Sedangkan, apabila bahan baku tidak tersedia, *supplier* akan menghubungi agen pemasok untuk meminta agar bahan baku yang diinginkan untuk segera dikirimkan. Aktivitas kedua pada *agent supplier*, meliputi aktivitas pengadaan kembali persediaan barang (bahan baku) melalui *agent* agen pemasok. *Supplier* akan melakukan pengadaan barang setiap harinya melalui agen pemasok dengan beberapa strategi pengadaan sesuai dengan kondisi permintaan barang. Dimana, proses pengadaan barang yang dilakukan oleh *supplier* akan berhenti apabila kapasitas persediaan yang dimiliki oleh *supplier* telah mencapai batas maksimum. Keseluruhan *attribute* dan *behaviour* yang telah dipaparkan mengenai *agent supplier*, dirangkum secara lebih jelas pada Gambar 4.3.

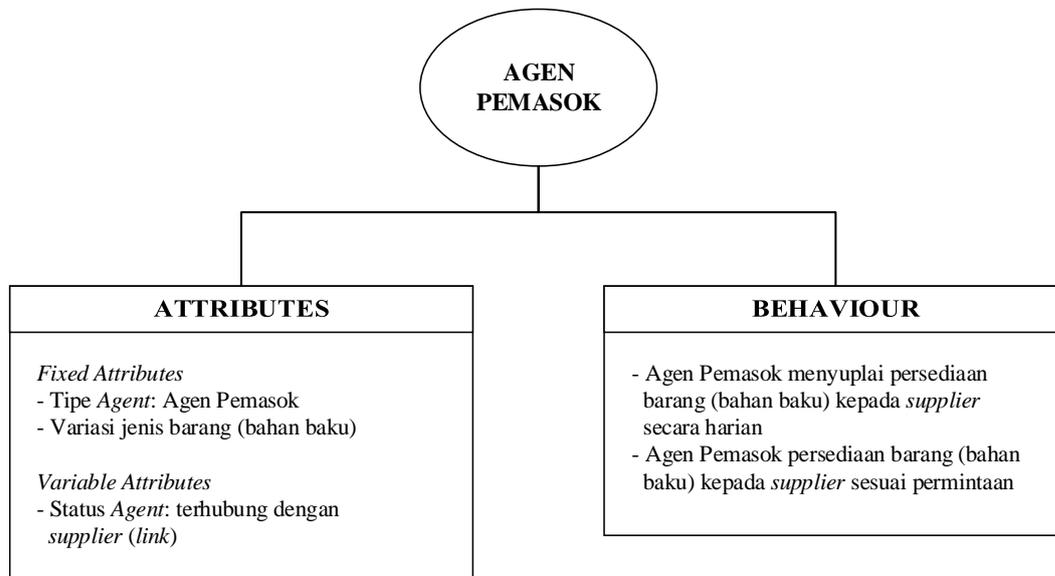


Gambar 4.4 *Attribute* dan *behaviour* dari *agent supplier*

d. Agent Agen Pemasok (Supplier Tingkat 1)

Karakteristik yang dimiliki oleh *agent* agen pemasok, cenderung memiliki beberapa kesamaan dengan *agent supplier*. *Fixed attribute* pada *agent* agen pemasok terdiri atas tipe *agent* (agen pemasok) dan memiliki seluruh variasi jenis barang (bahan baku) (agen pemasok *all items*). Dalam sudut pandang *fixed attribute*

agen pemasok memiliki karakteristik unik dibandingkan dengan *agent supplier*. *Agent supplier* hanya memiliki satu hingga beberapa jenis barang (bahan baku), yang mana cenderung spesifik dan harus melakukan pengadaan kembali untuk menambah persediaan barang. Sedangkan pada *agent* agen pemasok dalam simulasi ini, dimodelkan sebagai *agent* yang memiliki persediaan *unlimited* untuk memasok ketersediaan barang (bahan baku) pada *supplier*. *Variable attribute agent* agen pemasok dideskripsikan sebagai status *agent*, dimana status *agent* dapat berubah selama proses simulasi. Untuk hubungan antara *agent* dengan *agent* lain, *agent* agen pemasok memiliki karakteristik yang berbeda dibandingkan *agent supplier*. Pada *agent* agen pemasok hanya terdapat hubungan dengan seluruh *supplier* yakni sebagai penyedia barang (bahan baku) bagi *supplier*.



Gambar 4.5 *Attribute dan behaviour* dari *agent* agen pemasok

Agen pemasok *behaviour* direpresentasikan berdasarkan aktivitas atau interaksi yang terjadi ataupun dipengaruhi oleh *agent* itu sendiri maupun *agent* lain. Aktivitas yang dilakukan oleh agen pemasok hanya meliputi aktivitas menyuplai persediaan barang (bahan baku) untuk *supplier*. Agen pemasok memiliki kemampuan untuk menyediakan seluruh jenis barang kepada *supplier* dengan berbagai kondisi tertentu sesuai dengan permintaan *supplier*. Pemasok dapat menyuplai barang kepada *supplier* secara harian atau berdasarkan permintaan *supplier* secara langsung. Namun, terdapat kondisi dimana agen pemasok harus

menghentikan pasokan sementara apabila kapasitas persediaan yang dimiliki oleh *supplier* telah maksimum. Keseluruhan *attribute* dan *behaviour* dari *agent* agen pemasok yang telah dipaparkan sebelumnya, dirangkum secara lebih jelas pada Gambar 4.4.

4.2.1.2 Pendefinisian Environment

Setiap *agent* beraktivitas atau bergerak di suatu lingkungan dua dimensi, dimana lingkungan tersebut merepresentasikan posisi strategis bagi *agent* dilihat dari sudut pandang lingkup permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini. Setiap *agent* memiliki posisi strategis yang berbeda-beda, dimana masing-masing *agent* dapat menentukan lokasinya secara *independent*.

Sesuai dengan pendefinisian *agent* sebelumnya, masing-masing *agent* memiliki lokasi yang berbeda terhadap *environment*. *Agent factory*, memiliki posisi yang tetap yakni berada pada pusat *environment*. Selanjutnya, untuk *Agent customer*, *agent supplier*, serta *agent supplier* tingkat 1 memiliki lokasi yang berubah-ubah. Pendefinisian lokasi untuk masing-masing *agent* terhadap *environment*, didasari atas observasi pada kedua UMKM yang dijadikan objek studi kasus dalam penelitian ini.

4.2.1.3 Pendefinisian Interactions

Interaksi yang terjadi antar *agent* di dalam model simulasi didefinisikan berdasarkan *link* yang dimiliki oleh setiap tipe *agent*. Terdapat dua tipe interaksi yang terjadi pada masing-masing *agent* berdasarkan proses bisnis yang terjadi pada perusahaan. Interaksi pertama terjadi berdasarkan proses pembelian yang di *generate* dari permintaan pesanan yang dilakukan oleh pelanggan kepada perusahaan. Berdasarkan interaksi pertama yang terjadi, maka interaksi kedua dapat dijalankan. Interaksi kedua meliputi interaksi pengadaan bahan baku bagi perusahaan oleh *supplier* ataupun pengadaan barang bagi *supplier* oleh agen pemasok.

Pada interaksi pertama dimulainya ketika setiap *agent customer* membuat koneksi (*link*) dengan *agent factory*, dimana hal tersebut merepresentasikan keputusan bagi pelanggan untuk melakukan pembelian pada perusahaan. Namun,

tidak semua *agent customer* yang membuat koneksi dengan *agent factory* akan melakukan permintaan pemesanan. Kemudian, interaksi yang terjadi antara *agent customer* dan *agent factory* tersebut akan memicu terjadinya interaksi kedua yakni antara *agent factory* dengan *agent supplier*.

Interaksi kedua terdiri atas dua tahap yang saling berpengaruh yakni interaksi yang dimulai dari *agent factory* menghubungi *agent supplier*, kemudian berdasarkan interaksi tersebut akan muncul interaksi antara *agent supplier* dengan *agent* agen pemasok. Interaksi kedua dimulai ketika *agent factory* membuat koneksi (*link*) dengan satu atau beberapa *agent supplier*, dan interaksi tersebut terjadi ketika *agent customer* benar-benar telah melakukan permintaan pemesanan. Koneksi (*link*) yang terjadi antara *agent factory* dengan *agent supplier* merepresentasikan *supplier* mana saja yang dibutuhkan oleh perusahaan dalam menyuplai kebutuhan bahan baku yang dibutuhkan oleh perusahaan. Pemilihan *supplier* tersebut didasarkan atas ketersediaan bahan baku yang dimiliki oleh masing-masing *supplier* sesuai dengan permintaan produk dari pelanggan.

Berdasarkan permintaan bahan baku secara terus menerus oleh *agent factory*, *supplier* akan melakukan pengadaan kembali untuk memenuhi kebutuhan perusahaan sebagai pelanggan. Pengadaan kembali tersebut merupakan aktivitas keberlanjutan dari interaksi kedua yang dilakukan oleh *agent supplier* dengan *agent* agen pemasok. *Agent supplier* akan melakukan pengadaan kembali dengan beberapa strategi pengadaan baik secara berkala atau langsung. Kemudian, agen pemasok bertugas untuk menyuplai seluruh permintaan barang oleh masing-masing *supplier*.

Berdasarkan pemaparan tersebut, selanjutnya akan dimodelkan secara lebih jelas mengenai keseluruhan keterkaitan antar *agent* di dalam sistem serta variabel yang terlibat didalamnya melalui Gambar 4.6. Pada Gambar 4.6 tersebut dideskripsikan (*link*) antar *agent* di dalam sistem. Didalam Gambar 4.6 akan dideskripsikan keterkaitan antar *agent* dalam hal pertukaran informasi serta pertukaran barang atau material. Hal tersebut sesuai dengan definisi rantai pasok bahwa dalam rantai pasok, terdapat alur proses dalam pertukaran barang atau material dan arus informasi.



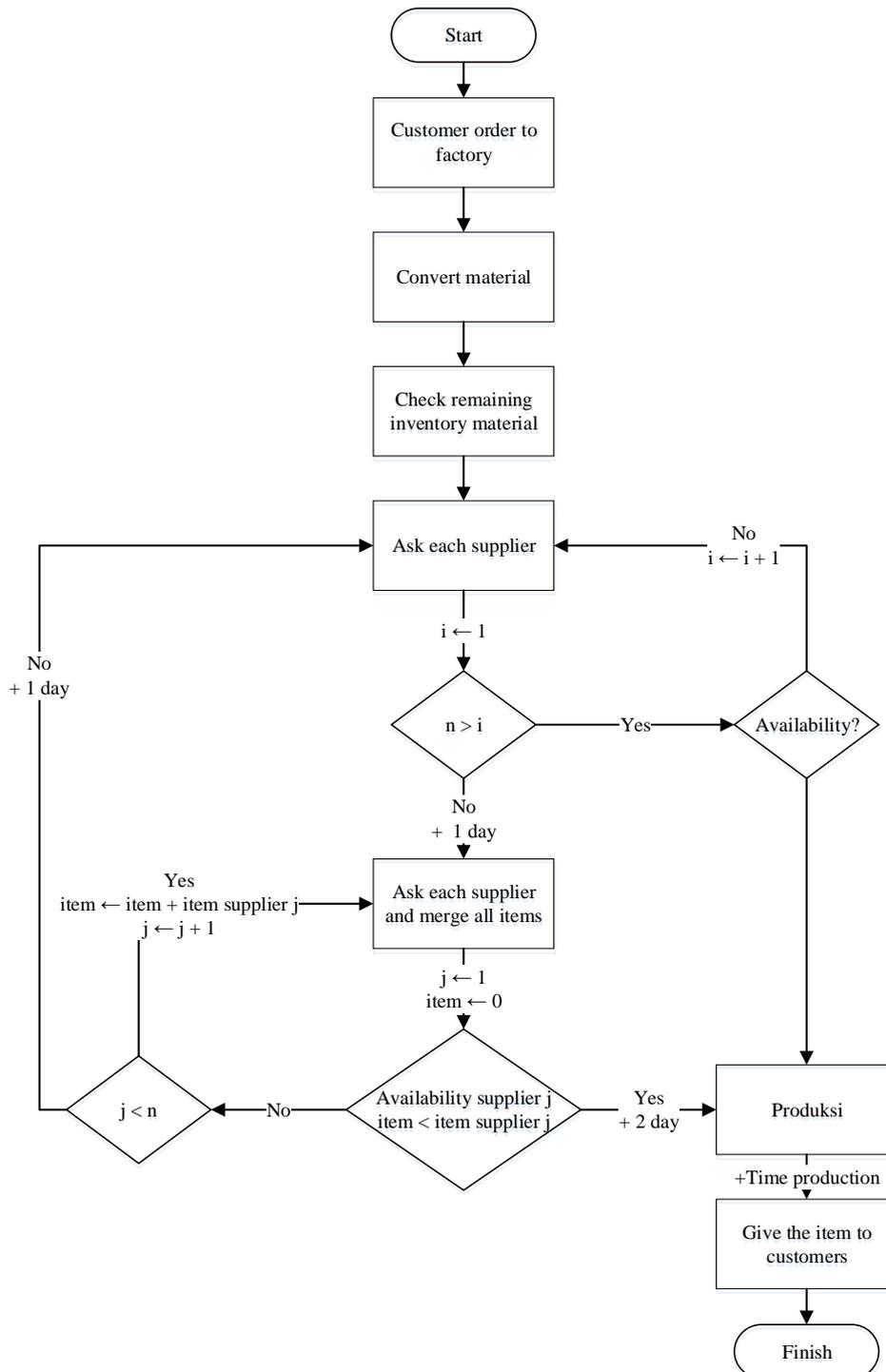
Gambar 4.6 Arus pertukaran informasi dan barang untuk setiap agent

4.2.1.4 *Input Model*

Seperti yang telah dipaparkan sebelumnya pada bab Metodologi Penelitian, pengumpulan data pada penelitian ini dibagi atas tiga tahapan. Tahapan tersebut meliputi pemilihan studi kasus, pengumpulan data kuantitatif dan kualitatif, serta pemrosesan data. Pada tahapan pertama yakni pemilihan studi kasus, telah disebutkan sebelumnya bahwa terdapat dua studi kasus berupa UMKM bertipe yang akan digunakan sebagai acuan dalam memodelkan *agent-based simulation* yakni UMKM Alifah Collection dan UMKM Arindz TM. Pemilihan kedua UMKM tersebut didasari atas preferensi tingkat variasi produk pada UMKM yang bergerak secara *make-to-order* cenderung lebih tinggi.

Selanjutnya pada tahapan kedua yakni pengumpulan data, data yang akan digunakan pada penelitian ini dibagi atas dua tipe instrumentasi pengumpulan data yakni pengumpulan data secara kualitatif dan pengumpulan data secara kuantitatif. Pengumpulan data secara kualitatif diperoleh berdasarkan hasil wawancara dan observasi secara langsung, untuk meningkatkan pemahaman atas proses bisnis dan sistem rantai pasok yang berjalan pada masing-masing UMKM. Hasil dari pemahaman kondisi bisnis kedua UMKM digunakan sebagai dasar acuan logika pemodelan simulasi *agent-based* yang akan dibangun pada penelitian ini. Pengumpulan data secara kuantitatif diperoleh dari data riwayat proses bisnis UMKM. Data kuantitatif diperlukan dalam rangka untuk memvalidasi model yang dibangun. Pada penelitian ini, UMKM Alifah Collection dipilih sebagai penyedia data kuantitatif dasar pembuatan model (*based model*) penelitian. Hal tersebut dikarenakan, data kuantitatif yang dimiliki oleh pihak UMKM Alifah Collection dirasa lebih mencakup kebutuhan data dalam menyusun model *agent-based* yang

dibangun. Data kuantitatif dari proses bisnis tersebut meliputi data variasi produk yang dimiliki oleh UMKM, data rincian bahan baku yang dibutuhkan untuk menyusun setiap produk jadi, data penjualan untuk masing-masing produk, *lead time* produksi, dan data *supplier* yang dimiliki oleh UMKM.



Gambar 4.7 Diagram arus sistem simulasi

Selanjutnya pada tahapan ketiga yakni pra-proses data, dimana data akan diproses terlebih dahulu sebelum data benar-benar diterapkan dalam simulasi model *agent-based*. Dilakukannya pra-proses data bertujuan untuk menyesuaikan data-data yang telah dikumpulkan dengan kebutuhan data dalam menyusun sistem simulasi yang akan dibangun. Tahapan pra-proses data dilakukan atas dua tahapan sesuai dengan tipe data hasil pengumpulan data yang telah diperoleh sebelumnya. Hasil dari pengumpulan data secara kualitatif akan digunakan dalam menyusun logika berpikir sistem simulasi, dan proses yang ada di dalam sistem. Berdasarkan data kualitatif tersebut akan dimodelkan arus dari sistem sebenarnya yang hendak dimodelkan di dalam sistem simulasi. Penyusunan logika berpikir dan proses dari sistem simulasi tersebut nantinya akan digunakan sebagai dasar proses pengkodean model simulasi pada bahasa pemrograman NetLogo. Pada penelitian ini, digunakan diagram arus sistem (*flow chart*) sebagai alat bantu dalam penyusunan proses dan logika berpikir dari sistem *agent-based modelling and simulation*. Diagram arus sistem (*flow chart*) pada penelitian ini direpresentasikan sesuai pada Gambar 4.7.

Tahapan pra-proses selanjutnya adalah mengolah hasil pengumpulan data kuantitatif yang meliputi data riwayat proses bisnis pada UMKM Alifah Collection. Data kuantitatif ini nantinya akan digunakan sebagai data masukan untuk memastikan bahwa model sistem simulasi yang dibangun telah benar-benar sesuai dengan kondisi sebenarnya. Data-data tersebut kemudian akan diolah sesuai dengan kebutuhan dalam sistem, yang terdiri atas data produk, data bahan baku, data penjualan, *lead time*, dan data *supplier*. berikut pemaparan lebih lanjut terkait data masukan yang akan digunakan dalam pembuatan model sistem simulasi menggunakan *agent-based modelling and simulation*:

1. Data penjualan

Data penjualan meliputi data-data yang terlibat dalam proses penjualan, yang terdiri atas data pelanggan dan data produk. Data penjualan yang digunakan dalam memodelkan sistem simulasi menggunakan pendekatan *agent-based modelling and simulation* pada penelitian ini meliputi data penjualan dalam kurun waktu 6 bulan proses transaksi. Data-data tersebut nantinya akan

digunakan pada iterasi pertama pada pemodelan sistem simulasi menggunakan *agent-based modelling and simulation*.

a. Data pelanggan

Data pelanggan terdiri atas data jumlah pelanggan yang melakukan transaksi dalam kurun waktu 6 bulan pada UMKM. Pada penelitian ini, model simulasi yang dibangun menggunakan pendekatan *agent-based modelling and simulation* menerapkan perhitungan transaksi harian. Oleh karena itu, data pelanggan yang melakukan transaksi dalam kurun waktu tersebut akan dijadikan acuan dalam mengukur probabilitas pembelian yang dilakukan oleh pelanggan setiap harinya.

Pada UMKM Alifah Collection, data pelanggan yang digunakan meliputi data pelanggan dalam kurun waktu 6 bulan yakni antara Bulan Juni hingga Bulan Nopember diperoleh sejumlah 68 pelanggan dengan masing-masing transaksi yang dilakukan. Setiap transaksi yang dilakukan akan digunakan sebagai acuan probabilitas penjualan yang dilakukan di dalam sistem. Perhitungan probabilitas pelanggan dilakukan untuk mengetahui tingkat pembelian yang dilakukan oleh pelanggan setiap harinya, sehingga dapat diketahui prosentase berapa banyak jumlah pelanggan yang akan melakukan permintaan pemesanan dalam satu hari. Pihak Alifah Collection memiliki sebanyak kurang lebih 68 pelanggan dalam kurun waktu 6 bulan, dengan perumpamaan bahwa satu bulan terdiri atas 30 hari.

b. Data produk

Data produk pada penelitian ini meliputi informasi-informasi setiap variasi produk yang dimiliki oleh UMKM. Data untuk setiap variasi produk kemudian akan diklasifikasikan sesuai dengan jenis dari masing-masing produk. Setiap produk memiliki beberapa jenis atau tipe variasi yang dimiliki. Jenis atau tipe variasi pada penelitian ini dikondisikan dapat berubah-ubah sesuai dengan kebutuhan. Selain itu, setiap produk juga memiliki probabilitas yang berbeda-beda tergantung minat beli masing-masing pelanggan. Oleh karena itu, pada sistem simulasi yang akan dibangun pada penelitian ini, parameter untuk jenis atau tipe variasi produk

dan probabilitas pembelian dapat dirubah mengikuti kondisi bisnis untuk masing-masing UMKM.

Pada UMKM Alifah Collection, jumlah variasi produk yang digunakan pada penelitian ini meliputi seragam, baju, batik, kaos celemek, busana muslim, kemeja, dasi, atasan, dan bawahan. Masing-masing variasi produk memiliki jenis atau tipe yang berbeda, misalnya dalam segi ukuran (S, M, L, XL) ataupun jenis kain. Alifah Collection menyediakan ukuran untuk produknya dari ukuran 1 hingga 8, dan beberapa jenis kain seperti kain katun, polyester, atau sifon. Selain itu, pada Alifah Collection probabilitas pembelian untuk masing-masing produk sangatlah beragam. Terdapat beberapa produk yang memiliki intensitas pembelian tinggi dan begitu pula sebaliknya, terdapat produk yang dalam kurun waktu tertentu hanya terdapat satu kali transaksi. Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuhan jenis atau tipe variasi produk yang beragam, pada penelitian ini model simulasi akan dibuat se-fleksibel mungkin, sehingga parameter jenis atau tipe dan probabilitas pembelian untuk masing-masing variasi produk dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Pada Tabel 4.2 berikut dipaparkan data probabilitas pembelian masing-masing produk selama kurun waktu 6 bulan.

Tabel 4.2 Probabilitas penjualan masing-masing produk

	<i>Produk</i>	<i>Penjualan (produk)</i>		
		<i>Rata-rata</i>	<i>Standart Deviasi</i>	<i>Probabilitas</i>
1	Seragam	30.242	8.456	0.412
2	Baju	20.813	10.334	0.382
3	Batik	25.333	17.009	0.059
4	Kaos	16.333	5.132	0.044
5	Celemek	20.00	9.899	0.029
6	Busana Muslim	17.00	4.00	0.015
7	Kemeja	75.00	4.00	0.015
8	Dasi	15	4.00	0.015
9	Atasan	19	4.00	0.015
10	Bawahan	6	4.00	0.015

2. Data Produksi

Data produksi pada penelitian ini meliputi data-data yang dibutuhkan mulai dari proses perencanaan produksi hingga produksi dinyatakan telah selesai. Pada

proses perencanaan produksi, data yang dibutuhkan meliputi data jumlah produk yang akan diproduksi dan bahan baku yang dibutuhkan dalam menyusun produk tersebut. Sedangkan data lain yang dibutuhkan dalam proses produksi adalah data terkait *lead time* yang dibutuhkan oleh UMKM dalam memproses masing-masing produk. Setiap produk memiliki waktu yang berbeda-beda dalam proses produksinya, oleh karena itu pada penelitian ini *lead time* berpengaruh sangat besar dalam proses pembangunan model simulasi.

a. Data Bahan Baku

Data bahan baku meliputi rangkaian data bahan baku penyusun produk jadi untuk masing-masing variasi produk. Setiap produk memiliki bahan baku yang berbeda-beda, hal tersebut dapat dilihat dari jenis bahan baku hingga kebutuhan ukuran bahan baku. Pada penelitian ini, setiap jenis produk akan dipetakan masing-masing kebutuhannya sesuai dengan bahan baku penyusunya. Data hasil pemetaan kebutuhan bahan baku inilah yang nantinya akan digunakan dalam proses produksi dan proses pengadaan.

Pada Alifah Collection, setiap produk hampir memiliki bahan baku yang sama, perbedaan terletak pada jenis bahan baku yang digunakan dan ukuran setiap bahan baku yang dibutuhkan. Pada penelitian ini, setiap produk akan dipetakan sesuai dengan kebutuhan bahan bakunya oleh sistem di dalam simulasi. Pada Tabel 4.3 dideskripsikan kebutuhan bahan baku untuk masing-masing produk yang dimiliki oleh Alifah Collection. Dalam penelitian ini setiap bahan baku memiliki satuan yang berbeda-beda. Hal tersebut disesuaikan dengan kondisi sebenarnya terkait kebutuhan bahan baku pada Alifah Collection.

Tabel 4.3 Data kebutuhan bahan baku setiap produk

	<i>Produk</i>	<i>Bahan Baku</i>	<i>Kebutuhan</i>
1	Seragam	Kain Katun	3 m
		Polyester	3 m
		Benang	0.5 rol
		Kancing	5 buah
		Resleting	1 buah
		Bet	2 buah
2	Baju	Kain Katun	3 m

	Produk	Bahan Baku		Kebutuhan
			Polyester	3 m
			Sifon	3 m
		Benang		0.5 rol
		Kancing		5 buah
3	Batik	Kain	Kain Batik	2.5 m
		Benang		0.25 rol
		Kancing		6 buah
4	Kaos	Kain	Kain Kaos	2.5 m
		Benang		0.25 rol
		Kancing		2 buah
5	Celemek	Kain	Drill	1.5 m
		Benang		0.25 rol
6	Busana Muslim		Katun	3 m
		Kain	Polyester	3 m
			Sifon	3 m
		Benang		0.5 rol
		Kancing		2 buah
		Aksesoris		2 buah
7	Kemeja	Kain	Katun	2.5 m
			Polyester	2.5 m
		Benang		0.25 rol
		Kancing		6 buah
8	Dasi		Katun	1 m
		Kain	Polyester	1 m
			Sifon	1 m
		Benang		0.15 rol
9	Atasan		Katun	2.5 m
		Kain	Polyester	2.5 m
			Sifon	2.5 m
		Benang		0.25 m
		Kancing		6 buah
10	Bawahan	Kain	Katun	2 m
			Polyester	2 m
		Benang		0.25 rol
		Resleting		1 buah
		Kancing		1 buah

b. *Lead time*

Data lead time meliputi data kurun waktu yang dibutuhkan oleh UMKM dalam proses produksi. *Lead time* didefinisikan berbeda-beda sesuai dengan jenis produk yang akan diproduksi. Selain itu, *lead time* produksi juga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jumlah barang yang diproduksi

serta ketersediaan bahan baku. Semakin banyak jumlah barang yang diproduksi, maka dibutuhkan waktu yang lebih lama. Hal tersebut juga berlaku apabila bahan baku yang dibutuhkan tidak tersedia, maka waktu yang dibutuhkan juga akan lebih lama.

Pada UMKM Alifah Collection, *lead time* sangat berpengaruh pada keberlangsungan proses bisnis. Pihak Alifah Collection akan memberikan perkiraan waktu selesai produksi kepada pelanggan ketika seluruh bahan telah tersedia. Oleh karena itu, *supplier* juga sangat berperan penting dalam ketepatan waktu terselesainya pemesanan permintaan pelanggan. Pada Tabel 4.4 dipaparkan masing-masing rata-rata dan standart deviasi *lead time* produksi yang dibutuhkan oleh setiap produk pada UMKM Alifah Collection.

Tabel 4.4 Data lead time produksi masing-masing produk

	<i>Produk</i>	<i>Lead time (hari)</i>	
		<i>Rata-rata</i>	<i>Standart Deviasi</i>
1	Seragam	34.256	8.687
2	Baju	27.549	9.425
3	Batik	22.167	10.492
4	Kaos	17.333	9.452
5	Celemek	13.00	11.312
6	Busana Muslim	14.00	4.00
7	Kemeja	40.00	4.00
8	Dasi	5.00	4.00
9	Atasan	35.00	4.00
10	Bawahan	18.00	4.00

3. Data Pengadaan

Data pengadaan pada penelitian ini meliputi data-data yang dibutuhkan oleh sistem dalam menjalankan proses pengadaan sesuai dengan UMKM. Data pengadaan didasarkan atas data *supplier* untuk masing-masing penyedia bahan baku yang dibutuhkan oleh UMKM dalam proses produksi. Pada penelitian ini, parameter *supplier* dibuat se-fleksible mungkin mengikuti kebutuhan. Dalam hal ini, *supplier* tidak hanya mengacu pada satu titik penyedia, jumlah *supplier* dapat ditambahkan sebagai *supplier* alternatif penyedia bahan baku.

a. Data *Supplier*

Data *supplier* meliputi data daftar dan rincian *supplier* yang dimiliki oleh setiap UMKM. Data *supplier* terdiri atas nama *supplier* dan bahan baku yang disediakan oleh *supplier*. Setiap *supplier* dapat memasok satu atau lebih jenis bahan baku. Setiap bahan baku yang dimiliki oleh masing-masing *supplier* diperoleh dari suatu agen yang bertugas untuk memasok *supplier* (*supplier* tingkat 1) dengan strategi tertentu (*Periodic, weekly, monthly*).

Pada Alifah Collection, jumlah *supplier* yang dimiliki cenderung tetap, yakni berjumlah enam titik penyedia bahan baku. Pihak Alifah Collection memiliki *supplier* yang berbeda-beda sesuai dengan ketersediaan bahan baku yang dimiliki oleh *supplier*. Pihak Alifah Collection akan menghubungi *supplier* setelah adanya permintaan pemesanan dari pelanggan untuk melakukan proses produksi. Berdasarkan data perencanaan produksi yang berisikan setiap kebutuhan bahan baku tersebut, pihak Alifah Collection akan menghubungi setiap *supplier* penyedia bahan baku. Pada Tabel 4.5 didefinisikan seluruh daftar *supplier* dari Alifah Collection sesuai dengan ketersediaan bahan baku oleh masing-masing *supplier*.

Tabel 4.5 Daftar supplier untuk setiap bahan baku

	<i>Supplier</i>	<i>Bahan Baku</i>
1	Pucang	Katun Drill Kain Batik
2	Pabean	Polyester
3	Pasar Atom	Sifon
4	DTC	Kain Kaos
5	Kapasan	Benang Kancing Resleting Aksesoris
6	Nginden	Bet

4.2.1.5 Output Model

Melalui pendekatan *agent-based modelling and simulation*, pada penelitian ini akan dimodelkan keterkaitan variasi produk dan kompleksitas terhadap tingkat kebutuhan teknologi informasi. Pengukuran atas keterkaitan

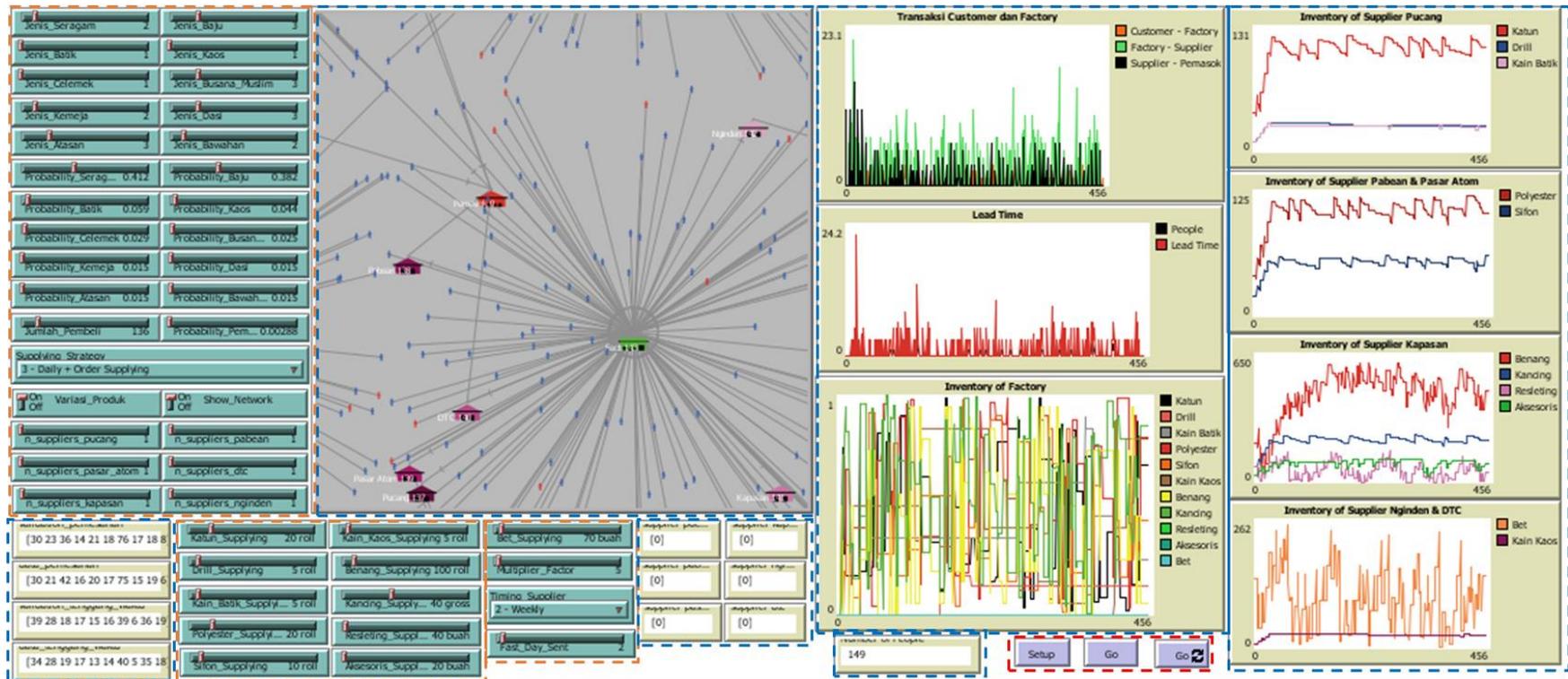
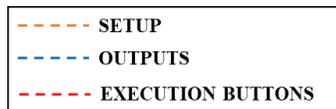
masing-masing dimensi variabel diperoleh dari banyaknya jumlah transaksi dan pertukaran informasi antar masing-masing *partner (channel)* yang terlibat di dalam rantai pasok. Pemodelan dibangun berdasarkan atas kondisi bisnis tertentu, yang mana model simulasi akan diterapkan pada UMKM bertipe *make-to-order*. Kondisi bisnis *make-to-order* dipilih atas latar belakang preferensi tingkat variasi produk pada UMKM yang bergerak secara *make-to-order* cenderung lebih tinggi.

Hasil keluaran pada penelitian ini berupa suatu model simulasi berbasis *agent-based modelling and simulation* dengan bahasa pemrograman NetLogo. Pada bahasa pemrograman NetLogo setiap transaksi dari setiap *agent* dipresentasikan dalam bentuk animasi dan diagram yang akan terus berubah mengikuti kondisi bisnis UMKM. Oleh karena itu, dengan penggunaan aplikasi NetLogo akan diketahui banyaknya pertukaran informasi dan transaksi yang dilakukan oleh masing-masing *agent* dalam kurun waktu tertentu.

Pengukuran atas banyaknya transaksi dan pertukaran informasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jumlah variasi produk yang dimiliki oleh UMKM, jumlah dan variasi produk yang dipesan oleh pelanggan, serta variasi bahan baku dari masing-masing produk. Banyaknya variasi produk yang dimiliki oleh UMKM akan berpengaruh pada banyaknya variasi bahan baku yang dibutuhkan oleh UMKM dalam memenuhi pemesanan pelanggan. Apabila bahan baku yang dibutuhkan semakin bervariasi, maka jumlah *supplier* yang harus dihubungi untuk memasok bahan baku juga akan meningkat. Oleh karena itu, untuk mengukur tingkat kompleksitas dari model tersebut, jumlah transaksi dan pertukaran informasi dipilih sebagai hasil keluaran dari model simulasi *agent-based* yang dibangun.

4.2.2 Computer Modelling (Coding)

Pada penelitian ini, model simulasi *agent-based* akan dibangun menggunakan bahasa pemrograman NetLogo. Simulasi menggunakan bahasa pemrograman NetLogo sendiri terdiri atas tiga bagian dalam pengaplikasiannya yakni *setup*, *output* dan *executions* buttons. Ilustrasi *computer interface* dari bahasa pemrograman NetLogo digambarkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 User Interface agent-based modelling and simulation menggunakan aplikasi NetLogo

Untuk memperoleh tampilan hingga seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.8 terdapat beberapa proses yang harus dijalankan. Masing-masing proses tersebut dikembangkan dari dasar logic model yang telah dibangun sebelumnya pada Gambar 4.7. Pendefinisian awal pada pemodelan dan simulasi menggunakan *agent-based* pada NetLogo adalah mendefinisikan *agent-agent* yang terlibat di dalam pemodelan dan simulasi *agent-based* yang dibangun. Dimana masing-masing *agent* memiliki fungsi atau variabel yang berbeda-beda. Sedangkan *global variable* pada pendefinisian awal memiliki pengertian sebagai variabel global yang dapat diakses oleh keseluruhan *agent*.

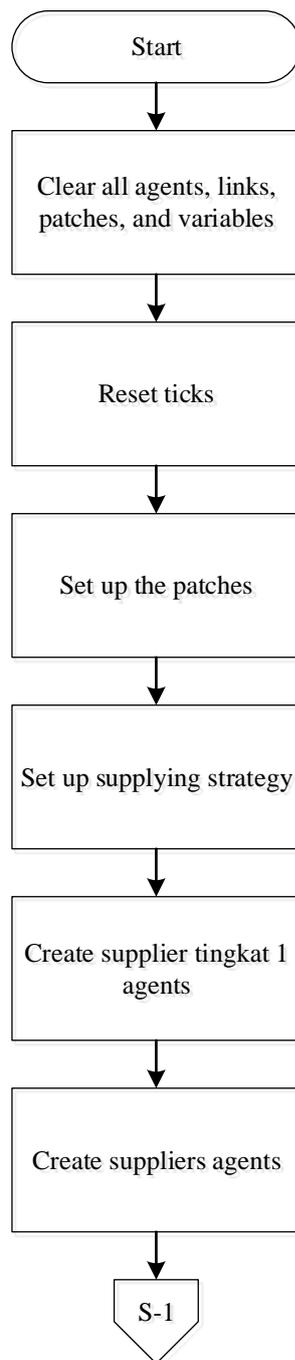
Pada penelitian ini didefinisikan sebanyak sembilan agent yang terlibat dalam proses simulasi. *Agent* pertama yakni *Suppliers* (breed [Suppliers supplier]), bertindak sebagai *supplier* tingkat 1 yang bertugas memasok barang bahan baku untuk masing-masing *supplier* tingkat 2. *Supplier* tingkat 2 pada penelitian ini dibagi atas enam *supplier* dengan ketentuan penyedia bahan baku yang berbeda-beda. *Supplier* Pucang (breed [Suppliers_Pucang supplier_pucang]), berperan sebagai *supplier* penyedia bahan baku kain katun, drill, dan kain batik bagi *factory*. *Supplier* Pabean (breed [Suppliers_Pabean supplier_pabean]), berperan sebagai *supplier* penyedia bahan baku kain polyester bagi *factory*. *Supplier* Pasar Atom (breed [Suppliers_Pasar_Atom supplier_psar_atom]), berperan sebagai *supplier* penyedia bahan baku kain sifon bagi *factory*. *Supplier* DTC (breed [Suppliers_DTC supplier_dtc]), berperan sebagai *supplier* penyedia bahan baku kain kaos bagi *factory*. *Supplier* Kapasan (breed [Suppliers_Kapasan supplier_kapasan]), berperan sebagai *supplier* penyedia bahan baku benang, kancing, resleting, dan aksesoris bagi *factory*. *Supplier* Nginden (breed [Suppliers_Nginden supplier_nginden]), berperan sebagai *supplier* penyedia bahan baku bet bagi *factory*.

Agent selanjutnya yang didefinisikan adalah agent *Factory* (breed [Factories factory]), bertindak sebagai UMKM atau perusahaan yang dimodelkan dalam simulasi. *Agent factory* dalam penelitian ini, berperan sebagai titik tengah *agent* yang lain. Titik tengah yang dimaksud adalah titik perhitungan dalam menentukan banyaknya pertukaran informasi dengan *agent* yang lain. Kemudian diakhir, akan didefinisikan *agent Customer* (breed [Customers customer]) yang berperan sebagai

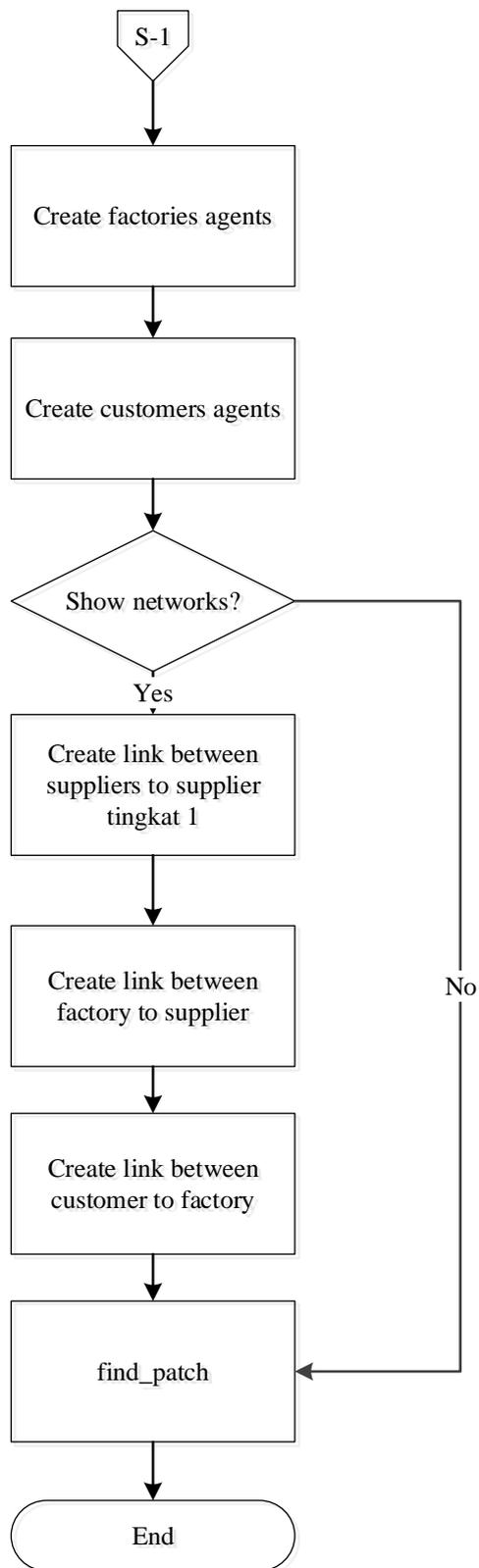
jumlah pelanggan yang akan melakukan pemesanan permintaan produk terhadap *factory*.

Pendefinisian inialisasi awal prosedur pengaturan awal dimulai dengan proses *clear* atau *reset* seluruh *agent*, *patches*, ataupun *link* yang ada di dalam sistem. Kemudian proses selanjutnya adalah pendefinisian keseluruhan *agent* yang terlibat dalam sistem akan didefinisikan, seperti *Supplying_Strategy*, *create-Suppliers*, *create-Suppliers_Pucang* *n_suppliers_pucang*, *create-Suppliers_Pabean* *n_suppliers_pabean*, *create-Suppliers_Pasar_Atom* *n_suppliers_pasar_atom*, *create-Suppliers_DTC* *n_suppliers_dtc*, *create-Suppliers_Kapasan* *n_suppliers_kapasan*, *create-Suppliers_Nginden* *n_suppliers_nginden*, *create-Factories*, *create-Customers* *Jumlah_Pembeli*. Setiap *agent* merupakan individu unik, hal tersebut direpresentasikan dalam karakteristik yang dimiliki oleh setiap *agent* yang berbeda-beda. Karakteristik tersebut dibagi atas tiga bagian, yakni *inner function*, *outer function*, dan *relationship function*. *Inner function* merupakan karakteristik terkait atribut yang dimiliki oleh *agent* berupa ukuran (*size*), warna (*color*), bentuk (*shape*) dan nama *agent* (*label*). *Outer function* berhubungan dengan *variable* yang berpengaruh terhadap aktivitas setiap *agent*. Kemudian, *relationship function* merepresentasikan hubungan yang terjalin antar *agent* di dalam sistem.

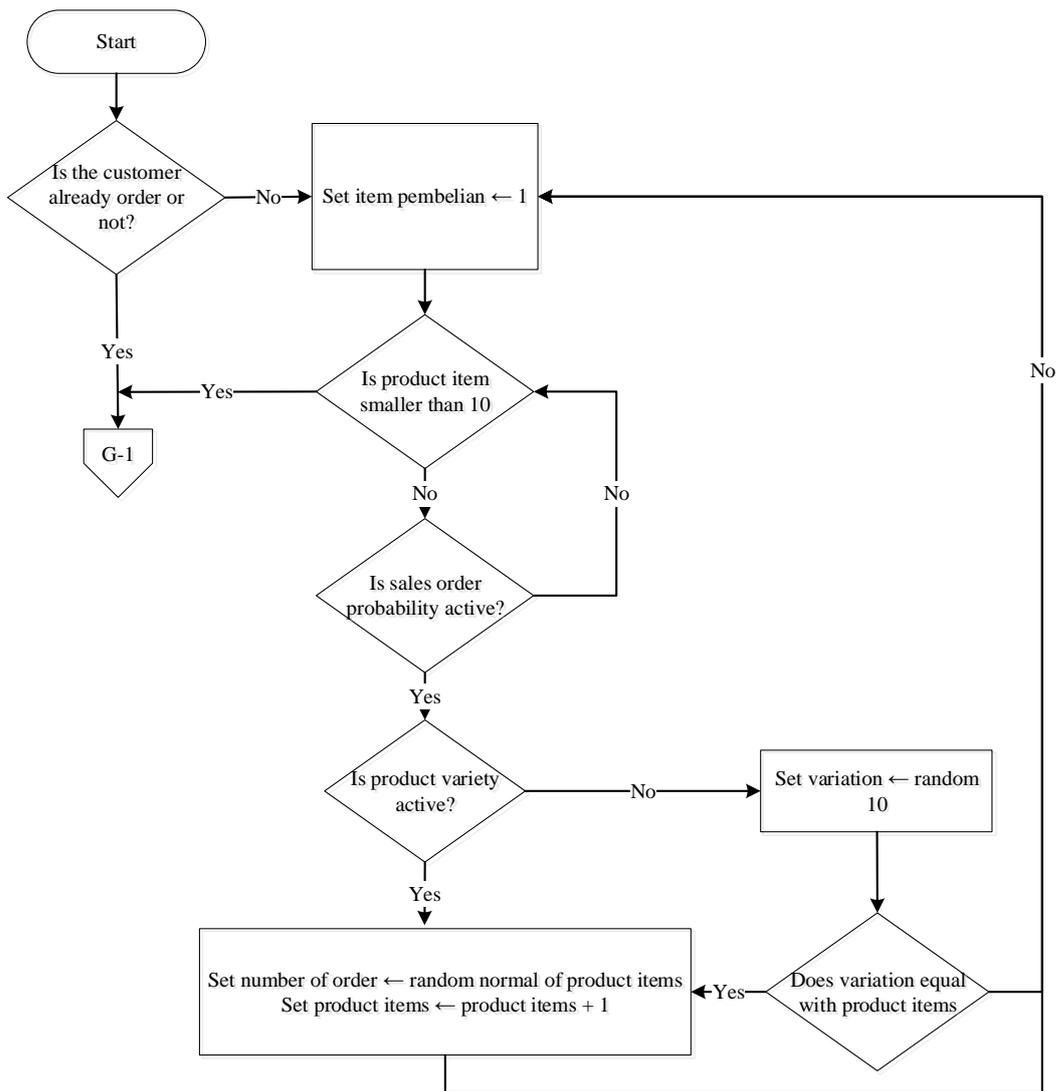
Pada diagram Gambar 4.10, Gambar 4.11, Gambar 4.12 dan Gambar 4.12 direpresentasikan keseluruhan prosedur yang berjalan pada *agent-based modelling and simulation* menggunakan bahasa pemrograman NetLogo. Keseluruhan diagram tersebut akan menjelaskan masing-masing langkah dari proses inialisasi hingga diperolehnya hasil akhir dari prosedur yang berjalan. Prosedur dalam pembangunan sistem simulasi menggunakan *agent-based* pada NetLogo sendiri dibagi atas dua bagian yakni *setup procedure* dan *go procedure*. *Setup procedure* berisikan pengaturan awal sebelum proses simulasi dijalankan. Pengaturan tersebut selanjutnya akan dijalankan oleh fungsi *go procedure*, dimana pada *go procedure* akan dilaksanakan keseluruhan proses dari perencanaan sistem simulasi yang telah dilakukan sebelumnya. Masing-masing prosedur selanjutnya akan di rubah menjadi *code-code* dalam NetLogo, yang mana akan dijelaskan pada Lampiran A.



Gambar 4.9 Diagram *flow Setup Procedure (1)*



Gambar 4.10 Diagram *flow Setup Procedure (2)*



Gambar 4.11 Diagram *flow Go Procedure (1)*

Selanjutnya, berdasarkan keseluruhan prosedur yang telah dilaksanakan sebelumnya untuk membangun suatu model simulasi *agent-based* menggunakan bahasa pemrograman NetLogo. Pada sub-bab ini akan dipaparkan secara teknis dalam proses perencanaan kinerja berjalannya sistem dari model simulasi *agent-based* yang dibangun dengan menggunakan NetLogo. Proses perencanaan dalam kinerja berjalannya model sistem simulasi yang dibangun meliputi tiga bagian utama yakni *model setup*, *model testing* (verifikasi dan validasi), dan *model output*.



Gambar 4.12 Diagram flow Go Procedure (2)

4.2.2.1 Model Setup

Pada *model setup*, terdapat dua tipe karakteristik variabel yang diterapkan yakni *non-input (fixed/ constant)* dan *input (experimental factor)*. Kedua tipe variabel tersebut sangatlah fundamental dalam mendefinisikan situasi permasalahan yang akan disimulasikan pada penelitian ini. Berikut akan dijelaskan secara lebih detail mengenai masing-masing tipe variabel yang diterapkan pada model simulasi *agent-based* di penelitian ini.

4.2.2.1.1 Pengaturan variabel dan parameter (*Fixed setup*)

Pada perincian berikut akan dijelaskan masing-masing pengaturan terhadap variabel serta parameter yang diterapkan di dalam model simulasi *agent-based*, yang mana termasuk didalamnya nama masing-masing variabel pada *computer model*.

1. *Product Setup*

Product setup berisikan pengaturan untuk variabel terkait variasi produk yang dimiliki oleh *factory*. Setiap produk masing-masing memiliki pengaturan untuk menentukan jumlah jenis atau tipe variasi yang dimiliki. *Product setup* juga meliputi pengaturan terhadap probabilitas pembelian untuk masing-masing produk dan pengaturan untuk aktif atau non-aktif terhadap variasi produk.

Probabilitas pembelian pada masing-masing produk digunakan untuk memfasilitasi bahwa setiap produk memiliki tingkat pembelian yang berdeda-beda oleh pelanggan. Terdapat beberapa produk yang memiliki intensitas pembelian tinggi, dan ada produk yang memiliki intensitas pembelian rendah. Penentuan probabilitas pembelian ditentukan berdasarkan riwayat penjualan untuk setiap transaksi pada *factory* dalam kurun waktu 6 bulan.

Pengaturan terhadap aktif atau non-aktif variasi produk dimaksudkan untuk menilai tingkat kompleksitas rantai pasok berdasarkan permintaan jumlah variasi produk oleh pelanggan. Apabila pengaturan dalam kondisi aktif, setiap pelanggan dapat memesan lebih dari satu variasi jenis atau tipe untuk masing-masing produk. Sedangkan, apabila pengaturan dalam keadaan non-aktif, pelanggan hanya dapat memesan satu jenis atau tipe variasi produk.

a. Jenis atau tipe produk

- Jumlah jenis atau tipe variasi yang dimiliki oleh produk Seragam (*Jenis_Seragam*)
- Jumlah jenis atau tipe variasi yang dimiliki oleh produk Baju (*Jenis_Baju*)
- Jumlah jenis atau tipe variasi yang dimiliki oleh produk Batik (*Jenis_Batik*)
- Jumlah jenis atau tipe variasi yang dimiliki oleh produk Kaos (*Jenis_Kaos*)
- Jumlah jenis atau tipe variasi yang dimiliki oleh produk Celemek (*Jenis_Celemek*)
- Jumlah jenis atau tipe variasi yang dimiliki oleh produk Busana Muslim (*Jenis_Busana_Muslim*)
- Jumlah jenis atau tipe variasi yang dimiliki oleh produk Kemeja (*Jenis_Kemeja*)
- Jumlah jenis atau tipe variasi yang dimiliki oleh produk Dasi (*Jenis_Dasi*)
- Jumlah jenis atau tipe variasi yang dimiliki oleh produk Atasan (*Jenis_Aatasan*)
- Jumlah jenis atau tipe variasi yang dimiliki oleh produk Bawahan (*Jenis_Bawahan*)

b. Probabilitas pembelian produk

- Probabilitas pembelian produk Seragam (*Probability_Seragam*)
- Probabilitas pembelian produk Baju (*Probability_Baju*)
- Probabilitas pembelian produk Batik (*Probability_Batik*)
- Probabilitas pembelian produk Kaos (*Probability_Kaos*)
- Probabilitas pembelian produk Celemek (*Probability_Celemek*)
- Probabilitas pembelian produk Busana Muslim (*Probability_Busana_Muslim*)
- Probabilitas pembelian produk Kemeja (*Probability_Kemeja*)
- Probabilitas pembelian produk Dasi (*Probability_Dasi*)

- Probabilitas pembelian produk Atasan (*Probability_Aatasan*)
 - Probabilitas pembelian produk Bawahan (*Probability_Bawahan*)
- c. Pengaturan aktif/ non-aktif pada variasi produk (*Variasi_Produk*)

2. *Customer Setup*

Customer setup meliputi pengaturan terhadap jumlah pelanggan yang dimiliki oleh *factory*. Pelanggan dalam pemodelan simulasi menggunakan pendekatan *agent-based* pada penelitian ini dibagi atas dua karakteristik pelanggan. Pelanggan dengan karakteristik pertama merupakan pelanggan yang hanya menghubungi pihak *factory* tanpa melakukan transaksi pembelian. Sedangkan pelanggan dengan karakteristik kedua merupakan pelanggan yang benar-benar melakukan transaksi pemesanan permintaan produk terhadap *factory*.

Pengaturan terhadap jumlah pelanggan yang benar-benar melakukan transaksi pemesanan permintaan ditentukan berdasarkan probabilitas pembelian oleh pelanggan. Probabilitas pembelian pelanggan diukur berdasarkan tingkat keminatan pelanggan dalam melakukan transaksi dalam kurun waktu tersebut. Pembagian terhadap hari dilakukan untuk menyesuaikan antara *lead time* dari proses bisnis perusahaan dengan satuan di dalam model sistem simulasi yang dibangun.

- a. Pengaturan jumlah pelanggan yang dimiliki oleh *factory* (*Jumlah_Pembeli*)
- b. Pengaturan probabilitas pembelian produk oleh pelanggan (*Probability_Pembelian*)

3. *Supplier Setup*

Pada *suuplier setup* terdapat beberapa pengaturan yang dilakukan yakni pengaturan terhadap *supplier* pada masing-masing jenis bahan baku, pengaturan terhadap strategi pengadaan bagi *supplier* dan pengaturan kapasitas untuk masing-masing bahan baku. Seperti yang telah dipaparkan sebelumnya bahwa setiap jenis bahan baku memiliki *supplier* yang berbeda-beda. Setiap jenis bahan baku dapat dipasok oleh satu atau lebih *supplier*, sehingga *factory*

tidak hanya bergantung pada satu *supplier* namun memiliki beberapa alternatif *supplier* lain.

Masing-masing *supplier* dipasok oleh suatu agen pemasok (*supplier* tingkat 1) yang berperan untuk menyuplai keseluruhan kebutuhan barang oleh *supplier*. Pengaturan terhadap strategi pengadaan dimaksudkan untuk mengelola strategi dalam memasok barang kembali bagi masing-masing *supplier*. Strategi pengadaan bagi *supplier* dibagi atas tiga tipe strategi, yakni pengadaan rutin (*Periodic Supplying*), pengadaan langsung (*Order Supplying*), kombinasi antara pengadaan rutin dan pengadaan langsung (*Periodic+Order supplying*).

Strategi pengadaan rutin adalah strategi dimana *supplier* akan melakukan pengadaan barang secara rutin dengan kapasitas dan waktu yang telah ditentukan. Strategi pengadaan rutin terdiri atas tiga kondisi pengadaan kembali yakni harian, mingguan, bulanan, dan random. Strategi pengadaan harian adalah kondisi dimana *supplier* akan melakukan pengadaan bahan baku secara rutin setiap harinya dengan kapasitas pengiriman tertentu. Strategi pengadaan mingguan adalah kondisi dimana *supplier* akan melakukan pengadaan bahan baku secara rutin setiap minggunya dengan kapasitas pengiriman tertentu. Strategi pengadaan bulanan adalah kondisi dimana *supplier* akan melakukan pengadaan bahan baku secara rutin setiap bulannya dengan kapasitas pengiriman tertentu. Sedangkan strategi pengadaan random adalah kondisi dimana sistem yang akan menentukan tipe pengaturan strategi rutin bagi *supplier*. Setiap bahan baku memiliki kapasitas pengiriman berbeda-beda sesuai dengan tingkat kebutuhan dari masing-masing *supplier*.

Strategi pengadaan langsung adalah strategi dimana *supplier* hanya akan melakukan pengadaan suatu barang ketika *supplier* membutuhkan tanpa ada batasan waktu. Pada strategi pengadaan langsung, agen pemasok (*supplier* tingkat 1) membutuhkan waktu dalam melakukan pengiriman barang. Dimana strategi ini akan sangat berpengaruh pada proses produksi yang akan dilakukan oleh *factory*. Hal tersebut dikarenakan *supplier* membutuhkan waktu yang lebih lama dalam melakukan pengadaan. Strategi pengadaan selanjutnya adalah strategi kombinasi antara pengadaan rutin dan pengadaan langsung adalah

kombinasi strategi pertama dan kedua yang diterapkan secara beriringan oleh *supplier*. Kemudian, untuk strategi terakhir yakni random strategi adalah kondisi dimana sistem akan mengatur secara otomatis pengaturan terhadap strategi yang akan diterapkan oleh *supplier*.

Selain pengaturan terhadap strategi pengadaan yang dilakukan antara *supplier* dengan agen pemasok (*supplier* tingkat 1), terdapat pengaturan kapasitas yang dimiliki oleh masing-masing *supplier*. Ketika pihak *supplier* melakukan pengadaan, setiap *supplier* akan menentukan banyaknya kapasitas barang yang akan dikirimkan setiap kali melakukan transaksi. Masing-masing bahan baku memiliki kapasitas pengiriman yang berbeda-beda sesuai dengan kebutuhan *supplier*. Pihak agen pemasok (*supplier* tingkat 1) akan berhenti melakukan pengadaan ketika kapasitas yang dimiliki oleh *supplier* telah berada pada batasnya. Oleh karena itu, dalam rangka untuk memenuhi perbedaan kapasitas yang dimiliki oleh masing-masing *supplier*, pada model simulasi yang dibangun jumlah kapasitas akan dibuat sefleksibel mungkin. Setiap *supplier* dapat menentukan maksimum kapasitas bahan baku yang dimiliki berdasarkan hasil kali jumlah kapasitas pengiriman masing-masing bahan baku. Ketika hasil kali tersebut telah melebihi kapasitas, maka pengadaan bahan baku akan dihentikan untuk sementara.

a. Pengaturan pemasok bahan baku

- Jumlah penyedia khusus bahan baku katun, drill, dan kain batik ($n_suppliers_pucang$)
- Jumlah penyedia khusus bahan baku polyester ($n_suppliers_pabean$)
- Jumlah penyedia khusus bahan baku sifon ($n_suppliers_pasar_atom$)
- Jumlah penyedia khusus bahan baku kain kaos ($n_suppliers_drc$)
- Jumlah penyedia khusus bahan baku benang, kancing, resleting, dan aksesoris ($n_suppliers_kapasan$)
- Jumlah penyedia khusus bahan baku bet ($n_suppliers_nginden$)

b. Pengaturan terhadap strategi pengadaan *supplier* (*Supplying_Strategy*)

- Strategi pengadaan rutin (*1 – Periodic Supplying*)

- Strategi pengadaan langsung (*2 – Order Supplying*)
 - Strategi kombinasi pengadaan harian dan langsung (*3 – Periodic + Order Supplying*)
 - Strategi pengadaan random sistem (*4 – Order Supplying*)
- c. Pengaturan terhadap strategi rutin (*1 – Periodic Supplying*)
- Pengadaan rutin secara harian (*1 – Daily*)
 - Pengadaan rutin secara mingguan (*2 – Weekly*)
 - Pengadaan rutin secara harian (*3 – Monthly*)
 - Pengadaan rutin secara harian (*4 – Random*)
- d. Pengaturan kapasitas pengiriman masing-masing bahan baku
- Pengaturan kapasitas bahan baku katun (*Katun_Supplying*)
 - Pengaturan kapasitas bahan baku drill (*Drill_Supplying*)
 - Pengaturan kapasitas bahan baku kain batik (*Kain_Batik_Supplying*)
 - Pengaturan kapasitas bahan baku polyester (*Polyester_Supplying*)
 - Pengaturan kapasitas bahan baku sifon (*Sifon_Supplying*)
 - Pengaturan kapasitas bahan baku kain kaos (*Kain_Kaos_Supplying*)
 - Pengaturan kapasitas bahan baku benang (*Benang_Supplying*)
 - Pengaturan kapasitas bahan baku kancing (*Kancing_Supplying*)
 - Pengaturan kapasitas bahan baku resleting (*Resleting_Supplying*)
 - Pengaturan kapasitas bahan baku aksesoris (*Aksesoris_Supplying*)
 - Pengaturan kapasitas bahan baku bet (*Bet_Supplying*)
- e. Pengaturan maksimum kapasitas bahan baku (*Multiplier_Factor*)
- f. Pengaturan lama pengiriman bahan baku (*Fast_Day_Sent*)

4.2.2.1.2 *Perencanaan Skenario (Experimental factor)*

Perencanaan skenario berperan penting dalam menentukan *behaviour space* pada model yang dibangun. *Behaviour space* sendiri merupakan salah satu fungsi di dalam pemodelan pada bahasa pemrograman NetLogo, dimana memiliki tujuan untuk membantu dalam menganalisis kinerja dari model simulasi menggunakan *agent-based* yang dibangun. Selain itu, dalam proses pembangunan pemodelan dan simulasi menggunakan *agent-based*, *input variable* juga berfungsi untuk

menganalisis lebih jauh mengenai keterkaitan antara dampak variasi produk dan kompleksitas rantai pasok terhadap banyaknya pertukaran informasi antar *agent* yang terlibat di dalam sistem. Kompleksitas pertukaran informasi tersebut direpresentasikan sebagai salah satu faktor penentu tingkat kebutuhan informasi bagi perusahaan.

Perancangan *behaviour space* dalam pemodelan dan simulasi menggunakan *agent-based* dimaksudkan untuk memverifikasi atribut dan tingkah laku dari masing-masing *agent* yang terlibat. Dalam pemodelan simulasi menggunakan pendekatan *agent-based* pada Netlogo, atribut dan tingkah laku dari setiap *agent* tidak hanya didasari atas karakteristik *input parameter*, tetapi juga berdasarkan *non-input variable* pada *model setup*. *Non-input variable* mendefinisikan atribut dan tingkah laku *agent* yang memiliki nilai tetap sepanjang proses eksperimen, sedangkan *input parameter* lebih condong mengarah pada faktor-faktor eksperimental.

Rancangan proses eksperimen atau skenario dalam penelitian ini dibagi atas dua bagian, yakni model dasar (*base run*) dan *behaviour space* (eksperimen). Model dasar (*base run*) merepresentasikan *default behaviour* dari sistem, dimana seluruh faktor eksperimental didefinisikan dengan nilai rendah sehingga hasil keluaran yang diperoleh cenderung lebih tidak beragam. Dalam penelitian ini, model dasar (*base run*) diterapkan sesuai dengan sistem yang ada pada UMKM Alifah Collection. Seluruh pengaturan pada model dasar (*base run*) didasarkan atas kondisi bisnis studi kasus pada UMKM Alifah Collection, mulai dari jumlah variasi produk hingga jumlah *supplier* yang dimiliki oleh UMKM. Sedangkan, *behaviour space* (eksperimen) mencerminkan kondisi *what-if analysis* yang bertujuan untuk menguji Skenario pada penelitian ini. Setiap eksperimen pada *behaviour space* terdiri atas dua skenario yang merepresentasikan dua tingkat pengaruh atau hasil keluaran yang akan dibandingkan dalam setiap percobaan.

Pada penelitian ini skenario eksperimen dibagi menjadi dua bagian dalam rangka untuk memperoleh hasil perbandingan yang lebih fluktuatif antar skenario. Berbeda dengan proses perancangan skenario pada umumnya yang terlebih dahulu melakukan skenario parameter dibandingkan dengan skenario struktur, dalam *agent-based modelling simulation* proses eksperimen dapat dilakukan tanpa harus

mendahulukan skenario parameter ataupun struktur. Skenario pertama pada penelitian ini merupakan skenario struktur dengan mengubah struktur logika alur proses simulasi. Perubahan struktur logika didasarkan atas strategi dalam proses pengadaan bahan baku oleh *supplier*. Pada Sub Bab 4.2.2.1.1 telah dipaparkan bahwa *supplier* memiliki tiga jenis karakteristik strategi pengadaan yakni *periodic supplying*, *order supplying*, serta kombinasi antara *periodic* dengan *order supplying*. Jenis strategi pengadaan tersebut selanjutnya akan berpengaruh pada proses pemenuhan bahan baku yang dibutuhkan oleh *factory* dalam memenuhi permintaan pemesanan oleh pelanggan. Setiap skenario struktur kemudian akan dibagi kembali menjadi beberapa karakteristik yang berbeda sesuai dengan parameter tertentu. Proses tersebut merupakan langkah eksperimen kedua yakni skenario parameter. Skenario parameter tersebut meliputi skenario perubahan atas beberapa parameter yang dianggap berpengaruh secara signifikan dalam proses pertukaran informasi antar *agent*. Masing-masing skenario parameter tersebut secara umum dipaparkan sesuai penjelasan berikut:

- a. Skenario dasar, percobaan skenario pemodelan simulasi sesuai dengan base model.
- b. Skenario tingkat 1, percobaan skenario pemodelan simulasi dengan tingkatan rendah.
- c. Skenario tingkat 2, percobaan skenario pemodelan simulasi dengan tingkatan sedang.
- d. Skenario tingkat 3, percobaan skenario pemodelan simulasi dengan tingkatan tinggi.

Nilai yang digunakan dalam melakukan setiap tahapan skenario ditentukan berdasarkan data studi literatur berupa Skenario dan studi kasus lapangan berupa data UMKM yang telah didefinisikan sebelumnya. Dengan kata lain, pada penelitian ini, dilakukan pendekatan baik secara teoritis maupun empiris dalam membuktikan kebenaran dari model yang dibangun. Proses skenarioisasi akan dijalankan ketika model simulasi yang dibangun telah terverifikasi dan tervalidasi.

Tujuan utama dari proses perencanaan eksperimen adalah untuk melakukan analisis lebih jauh mengenai pengaruh dari skenario yang dijalankan dibandingkan dengan model dasar (*base run*) simulasi. Terlepas dari kompleksitas yang dihasilkan berdasarkan adanya interaksi antar *agent*, dengan adanya perencanaan

eksperimen ini diharapkan dapat memperoleh pemahaman lebih dalam mengenai faktor-faktor yang berpengaruh terhadap variasi produk dan rantai pasok terhadap tingkat kebutuhan teknologi informasi, khususnya terkait Skenario yang diangkat pada penelitian ini.

Secara umum, pada penelitian ini akan dibandingkan beberapa aspek-aspek kondisi bisnis yang berpengaruh tinggi terhadap tingkat kompleksitas rantai pasok dan pertukaran informasi antar jaringan rantai pasok. Aspek pertama merupakan aspek variasi produk, yang mana setiap produk memiliki beberapa jenis produk dan probabilitas pembelian sesuai dengan jenis produk. Aspek kedua adalah aspek pelanggan, yang mana setiap pelanggan memiliki probabilitas yang berbeda-beda dalam melakukan pembelian. Aspek ketiga adalah aspek *supplier*, yang mana setiap perusahaan memiliki jumlah *supplier* yang berbeda sesuai dengan bahan baku yang dibutuhkan. Aspek keempat adalah aspek ketersediaan bahan baku pada *supplier*, yang mana setiap *supplier* memiliki ketersediaan bahan baku yang bervariasi sesuai dengan kapasitas yang dimiliki dan strategi pengadaan dari masing-masing *supplier*.

4.2.2.2 Model Testing

Pada tahapan awal pembuatan model simulasi adalah tahapan awal dimana *agent* dibangun dengan masing-masing karakteristik individu yang dimiliki. Tahapan selanjutnya adalah tahapan dimana relasi (*link*) dan interaksi antar setiap *agent* didefinisikan. Setelah keseluruhan model tersebut dibangun, setiap interaksi dari keseluruhan *agent* akan diverifikasi dan divalidasi. Pada sub-bab ini, akan dipaparkan secara detail di dalam proses verifikasi dan validasi untuk memastikan bahwa model simulasi yang dibangun telah benar-benar selesai. Proses verifikasi akan dilakukan terlebih dahulu, kemudian dilanjutkan dengan proses validasi.

4.2.2.2.1 Verification

Proses verifikasi dilakukan dalam rangka tak hanya untuk memastikan bahwa model telah terbebas dari *error* atau *bugs*, namun juga untuk mendemonstrasikan bahwa logika model simulasi telah dilakukan pengkodean dengan baik. Proses verifikasi merupakan proses dasar yang harus dilakukan dalam

rangka untuk mengetahui bahwa proses pengkodean yang dilakukan masing-masing telah mewakili model konseptual yang telah didefinisikan sebelumnya.

Proses verifikasi pada penelitian ini dilakukan atas dua metode. Metode pertama dilakukan dengan cara memeriksa kembali logika berpikir pada NetLogo, dimana akan dilakukan uji coba terhadap masing-masing *code* untuk setiap *agent* serta hasil keluaran model. Proses verifikasi kedua dilakukan dengan cara membandingkan setiap *code* pada NetLogo dengan diagram *flow* proses bisnis yang telah didefinisikan sebelumnya secara keseluruhan.

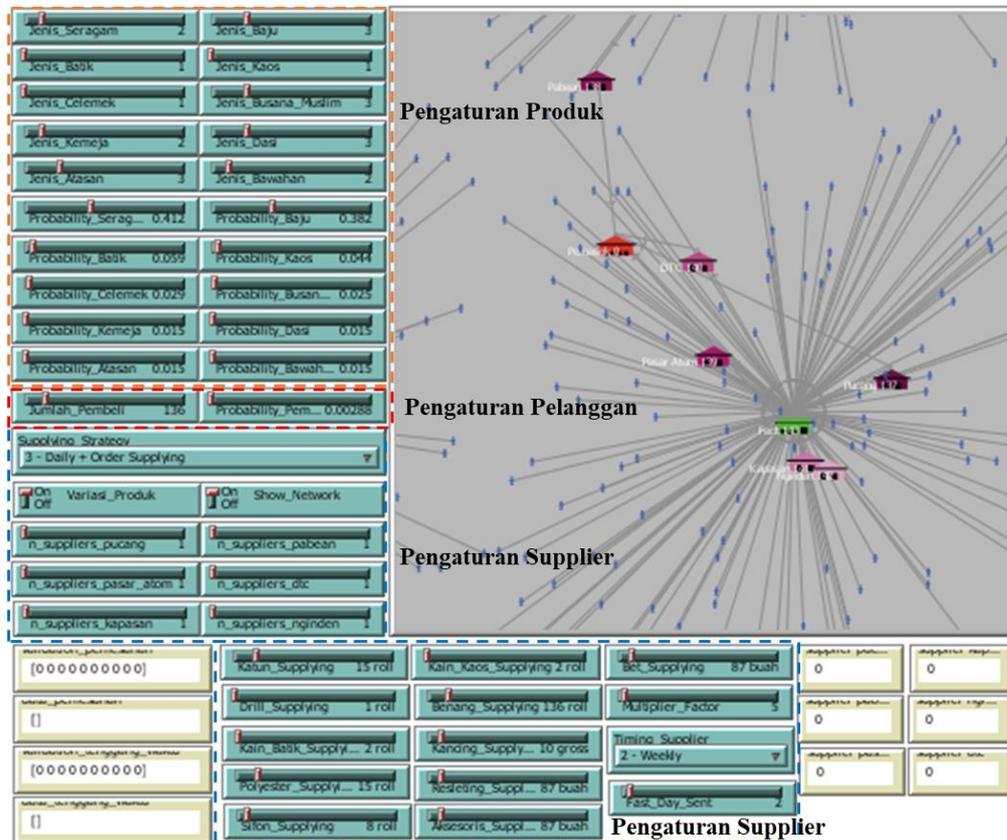
Dalam proses uji coba verifikasi dengan cara pemeriksaan kembali hasil pengkodean pada NetLogo, masing-masing proses pada diagram *flow* akan didefinisikan untuk mengetahui kesesuaian parameter yang terlibat. Kemudian, berdasarkan pendefinisian masing-masing proses tersebut, dapat diketahui kesesuaian antara logika berpikir pada model simulasi yang dibangun dengan sistem nyata yang dimodelkan. Diagram *flow* pada penelitian ini, telah dipapakan secara lebih jelas sebelumnya pada Gambar 4.9, Gambar 4.10, Gambar 4.11, dan Gambar 4.12. Sedangkan setiap kode program pada masing-masing diagram *flow* dijelaskan secara lebih rinci pada Lampiran D.

4.2.2.2.2 *Validation*

Proses validasi dilakukan dalam rangka untuk menguji kesesuaian antara model simulasi *agent-based* yang dibangun dengan sistem nyata (*real world*). Pada pemodelan dan simulasi menggunakan *agent-based*, terdapat beberapa alternatif dalam melakukan proses validasi antara lain dengan cara membandingkan antara model yang dibangun dengan studi kasus sistem nyata ataupun dengan penelitian yang telah dilakukan oleh orang lain sebelumnya.

Pada penelitian ini, validasi pertama dilakukan dengan pendekatan *face validation*. *Face validation* merupakan pendekatan validasi yang dilakukan dengan cara observasi terhadap model simulasi yang dibangun dengan model dasar penelitian (*base run*). Model dasar (*base run*) diperoleh berdasarkan data studi kasus UMKM Alifah Collection. Validasi pertama dilakukan untuk mengetahui keakuratan model yang dibangun dibandingkan dengan sistem nyata pada UMKM

Alifah Collection. Dari hasil validasi yang diperoleh, akan diketahui sejauh mana model *agent-based modelling and simulation* dapat mencakup keseluruhan sistem nyata pada UMKM Alifah Collection.



Gambar 4.13 Pengaturan model dasar simulasi *agent-based*

Proses validasi dimulai dengan menjalankan model simulasi *agent-based* yang dibangun sesuai dengan kondisi bisnis pada UMKM Aifah Collection dalam kurun waktu 6 bulan (Juni-Nopember). Terdapat beberapa pengaturan *input* yang dilakukan pada *computer interface* NetLogo. Pengaturan pertama ada pengaturan jumlah pelanggan dan probabilitas pembelian pelanggan. Probabilitas pelanggan merupakan tingkat minat pelanggan untuk melakukan transaksi pembelian dengan UMKM ALifah Collection setiap harinya. Selama kurun waktu 6 bulan, pihak UMKM Alifah Collection memiliki 68 jumlah pelanggan. Untuk memperoleh jumlah pelanggan yang diinginkan dalam kurun waktu 6 bulan (180 hari), maka probabilitas pembelian pelanggan setiap harinya dihitung berdasarkan perhitungan berikut ($\frac{1}{180} = 0.00556$). Angka tersebut didasari atas data yang diperoleh dalam

kurun waktu 6 bulan (180 hari), sehingga kemungkinan adanya pembelian untuk setiap harinya adalah 0.00556. Selanjutnya, dalam proses validasi dimisalkan bahwa semesta pelanggan yang dimiliki oleh UMKM ALifah Collection adalah dua kali dari jumlah pelanggan, hal tersebut didasarkan bahwa pelanggan yang dimiliki oleh pihak UMKM tidak berpatok hanya sebanyak 68 pelanggan saja. Oleh karena itu, apabila jumlah pelanggan ditingkatkan menjadi dua kali lipat maka probabilitas pelanggan dibagi menjadi dua yakni 0.00288, dengan kata lain jumlah pelanggan berbanding terbalik dengan probabilitas pelanggan.

Pengaturan kedua adalah pengaturan variasi produk dan probabilitas pembelian masing-masing produk. Probabilitas pembelian masing-masing produk telah dipaparkan sebelumnya pada Tabel 4.2. Selanjutnya, adalah pengaturan terhadap jumlah supplier yang dimiliki oleh UMKM ALifah Collection, yang mana telah dipaparkan pada Tabel 4.5. Secara keseluruhan, pengaturan terhadap model dasar (*base run*) pada NetLogo dideskripsikan pada Gambar 4.5.

Proses validasi dalam NetLogo dilakukan dengan membandingkan rata-rata jumlah pemesanan pelanggan dan waktu terselesaikannya pesanan pelanggan yang diperoleh dari hasil simulasi, dengan data yang diperoleh dari sistem nyata. Proses tersebut dilakukan untuk mengetahui apakah hasil model simulasi yang dibangun merepresentasikan sistem nyata dan signifikan dengan data asli. Hasil data simulasi yang diperoleh kemudian akan diuji menggunakan uji statistik dengan pendekatan metode validasi yang diusulkan oleh (Law and Kelton, 1991).

Dijelaskan bahwa terdapat beberapa tahapan dalam mengukur tingkat validasi suatu model yang terdiri atas persamaan-persamaan. Proses pertama yakni perhitungan persamaan untuk membandingkan hasil simulasi yang diperoleh dengan data asli (Persamaan 4.1). Selisih hasil perhitungan (*c*) untuk Persamaan 4.1 dihitung dengan cara mengurangi nilai data asli (*a*) dengan nilai data hasil simulasi (*b*). Berdasarkan nilai hasil perhitungan selisih hasil (*c*) tersebut kemudian, akan dilakukan perhitungan kuadrat selisih dari hasil yang diperoleh sebelumnya (*d*). Hasil perolehan perhitungan kuadrat selisih tersebut selanjutnya akan digunakan dalam perhitungan variasi data (Persamaan 4.2).

Hasil perhitungan variasi data pada Persamaan 4.2 yang diperoleh pada (e), akan digunakan untuk mengetahui tingkat kesamaan antara model simulasi yang dibangun dengan sistem di dunia nyata. Berdasarkan hasil untuk masing-masing perhitungan tersebut akan diperoleh rentang nilai yang mewakili tingkat signifikan dari model simulasi yang dibangun (Persamaan 4.3). Apabila rentang nilai tersebut terdapat nilai 0 didalamnya, maka model simulasi yang dibangun dapat dinyatakan telah mewakili sistem. Sebaliknya, apabila nilai yang dihasilkan tidak terdapat nilai 0 di dalamnya, maka model dapat dinyatakan tidak dapat mewakili sistem nyata.

$$\mathcal{W}_j = x_j + y_j$$

$$\mathcal{W}_n = (\mathcal{W}_j - \overline{\mathcal{W}}_j)^2$$

Persamaan 4.1 Persamaan untuk membandingkan antara data asli dengan data hasil simulasi

$$\hat{var}[\overline{\mathcal{W}}_{(n)}] = \frac{\sum_{j=1}^n [\overline{\mathcal{W}}_n]}{(n)(n-1)}$$

Persamaan 4.2 Persamaan dalam mengukur variasi antara data asli dengan data hasil simulasi

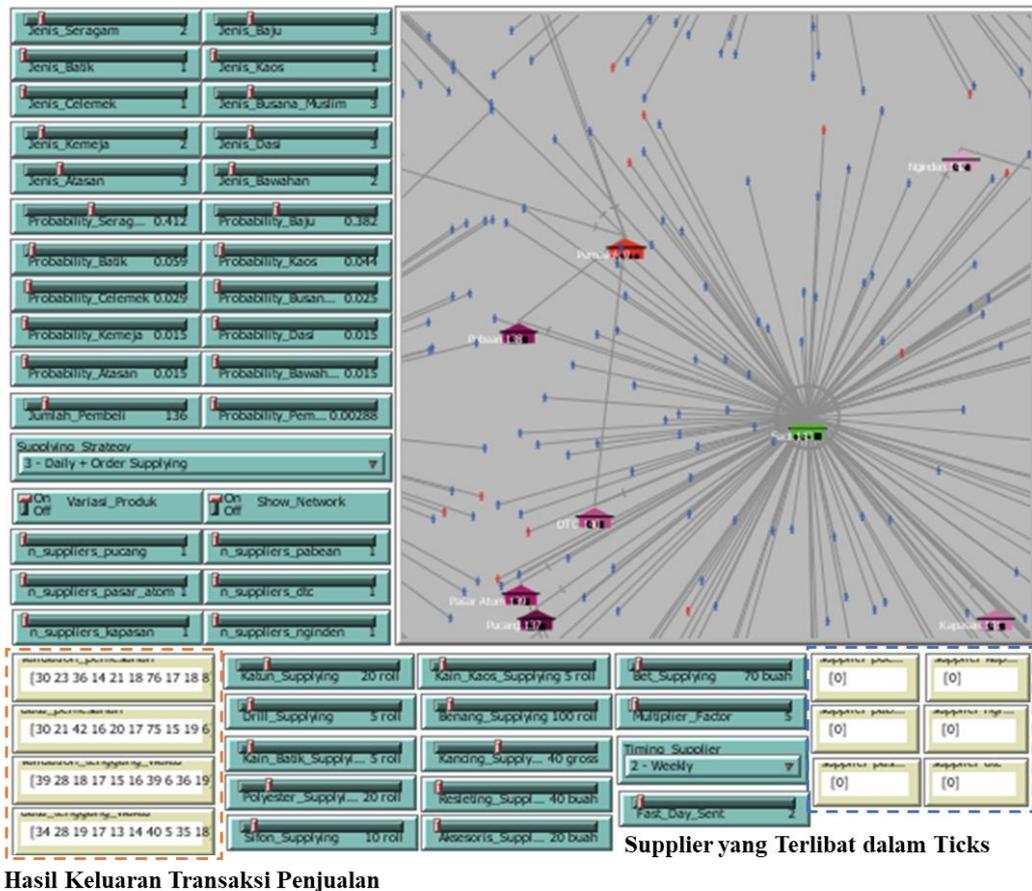
$$C = \mathcal{W}_n \pm t_{((n-1)0.95)} \sqrt{\hat{var}[\mathcal{W}_j]}$$

Persamaan 4.3 Persamaan dalam mengukur tingkat kesamaan (signifikan) antara data asli dengan data hasil simulasi

Setelah simulasi model *agent-based* dijalankan sesuai dengan pengaturan model dasar (*base run*) yang telah dipaparkan sebelumnya, diperoleh hasil sesuai dengan Gambar 4.7. Dalam Gambar tersebut dideskripsikan pada bagian *output* model perbandingan dari data nyata dengan hasil rata-rata simulasi. Hasil perbandingan pada output diperoleh dari rata-rata jumlah pemesanan pelanggan dan lead time masing-masing pemesanan dalam kurun waktu 6 bulan. Pada penelitian ini, pemodelan simulasi *agent-based* menggunakan NetLogo memiliki satuan hari dalam satu kali *ticks*, sehingga simulasi yang dijalankan dalam proses validasi dilakukan sejumlah 180 *ticks* dengan estimasi satu bulan terdiri atas 30 hari.

Kemudian proses tersebut akan diulang kembali sebanyak 40 kali untuk memperoleh data seakurat mungkin. Proses pengulangan tersebut melibatkan salah

satu *tools* pada NetLogo yakni *Behaviour Space* untuk memudahkan dalam proses analisis hasil dari skenario yang dijalankan. Selanjutnya masing-masing perolehan nilai tersebut akan dihitung keakurasiannya dengan menggunakan pendekatan metode validasi yang telah dipaparkan sebelumnya (Law and Kelton, 1991). Hasil proses perhitungan validasi akan dipaparkan pada Tabel 4.6 dan Tabel 4.7.



Gambar 4.14 Hasil simulasi *agent-based* yang dijalankan berdasarkan *base model*

Pada Tabel 4.6 merupakan data hasil perhitungan validasi untuk data pemesanan masing-masing produk dengan perulangan simulasi sebanyak 40 kali. Dalam Tabel 4.6 dijelaskan bahwa perolehan hasil validasi dinyatakan valid dan dapat merepresentasikan sistem nyata, dengan keterangan rentang nilai untuk batas atas sebesar 1.0213 dan batas bawah sebesar -5.541. Pernyataan tersebut didasari atas metode validasi yang diusulkan oleh (Law and Kelton, 1991), dimana pada rentang nilai tersebut terdapat nilai 0, sehingga perbedaan hasil yang diperoleh

antara data asli dan data hasil simulasi dinyatakan non-signifikan dan dapat merepresentasikan sistem sebenarnya.

Tabel 4.6 Hasil validasi data jumlah pemesanan produk untuk masing-masing jenis produk

<i>Nama Produk</i>	<i>Data Pemesanan</i> ^(a)	<i>Data Simulasi</i> ^(b)	<i>Selisih Data</i> ^(c)	<i>Kuadrat Selisih Data</i> ^(d)
<i>Seragam</i>	30	30	0	7.480
<i>Baju</i>	21	22	1	10.465
<i>Batik</i>	42	45	3	25.857
<i>Kaos</i>	16	15	-1	1.525
<i>Celemek</i>	20	16	-4	3.294
<i>Busana Muslim</i>	17	17	0	4.666
<i>Kemeja</i>	75	55	-20	299.809
<i>Dasi</i>	15	14	-1	1.288
<i>Atasan</i>	19	19	0	3.842
<i>Bawahan</i>	6	5	-1	2.512
<i>Jumlah</i>			-22.600	360.739
<i>Sample Mean</i>	26.100	23.840	-2.260	36.074
<i>Sample Varian</i>	387.211	238.157		
<i>Standart Deviasi</i>	18.668	14.640		
<i>C Varians</i>	3.279445455 ^(e)			
<i>Rentang Atas (+)</i>	1.021394148 ^(f)			
<i>Rentang Bawah (-)</i>	-5.541394148 ^(g)			

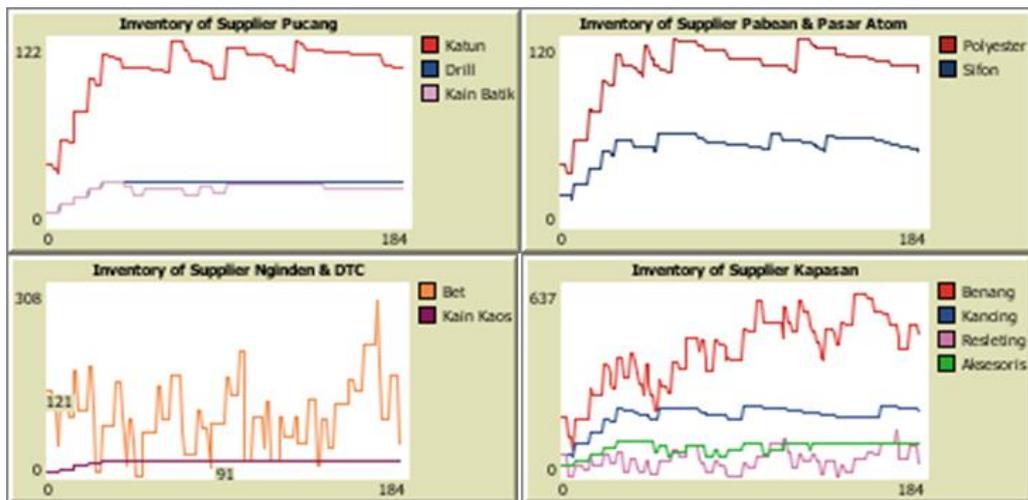
Tabel 4.7 Hasil validasi data lead time pemesanan pelanggan masing-masing jenis produk

<i>Nama Produk</i>	<i>Data Lead Time</i> ^(a)	<i>Data Simulasi</i> ^(b)	<i>Selisih Data</i> ^(c)	<i>Kuadrat Selisih Data</i> ^(d)
<i>Seragam</i>	34	38	4	20.703
<i>Baju</i>	28	30	2	9.766
<i>Batik</i>	19	17	-2	0.810
<i>Kaos</i>	17	17	0	1.381
<i>Celemek</i>	13	14	1	2.403
<i>Busana Muslim</i>	14	14	0	1.156
<i>Kemeja</i>	40	29	-11	91.681
<i>Dasi</i>	5	5	0	1.323
<i>Atasan</i>	35	34	-1	0.181
<i>Bawahan</i>	18	14	-4	6.631
<i>Jumlah</i>			-10.250	136.031
<i>Sample Mean</i>	22.300	21.275	-1.025	13.603
<i>Sample Varian</i>	128.456	115.026		
<i>Standart Deviasi</i>	10.752	10.175		
<i>C Varians</i>	1.236647727 ^(e)			
<i>Rentang Atas (+)</i>	0.99002851 ^(f)			
<i>Rentang Bawah (-)</i>	-2.33854949 ^(g)			

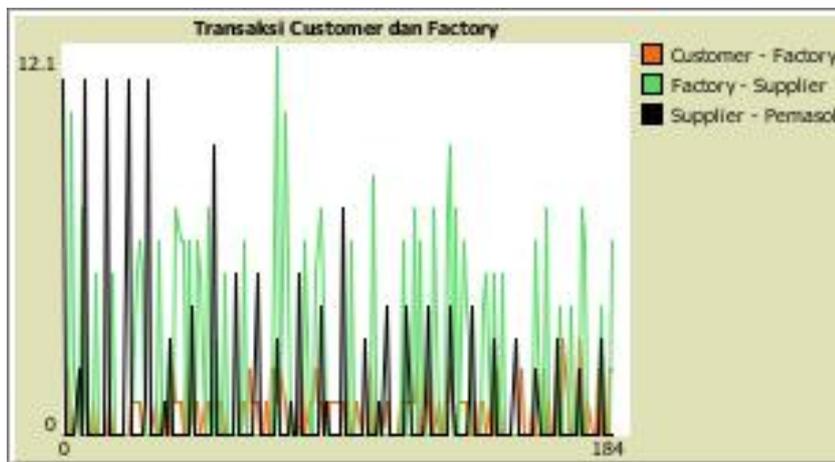
Selanjutnya, Pada Tabel 4.7 akan dipaparkan hasil perhitungan validasi kedua yakni perbandingan data *lead time* pemesanan masing-masing produk dalam kurun waktu 6 bulan. Dalam Tabel 4.7 diperoleh hasil rentang nilai untuk batas atas sebesar 0.9900 dan batas bawah sebesar -2.3385. Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa rentang nilai tersebut telah memenuhi standar validitas dengan menggunakan pendekatan (Law and Kelton, 1991). Dimana terdapat nilai 0 di antara rentang nilai tersebut, sehingga dapat dinyatakan bahwa model simulasi yang dibangun telah dapat merepresentasikan siste, yang sebenarnya.

Pada proses validasi menggunakan metode pendekatan (Law and Kelton, 1991) yang telah dilakukan sebelumnya, dapat diketahui bahwa tingkat keakurasian pemodelan simulasi menggunakan *agent-based* menunjukkan hasil sesuai dengan yang diharapkan. Hal tersebut dibuktikan dengan perolehan rentang nilai untuk masing-masing data yang telah memenuhi standar. Berdasarkan hasil perolehan *face validation* menggunakan model dasar (*base run*) tersebut, selanjutnya akan dilakukan proses validasi dengan menggunakan pendekatan teoritis yakni membandingkan kesesuaian antara model yang dibangun dengan hasil studi literatur.

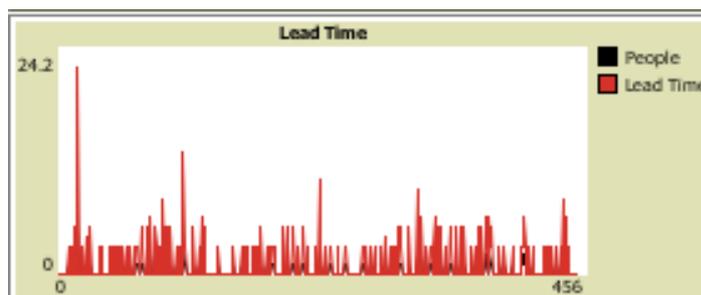
Berdasarkan beberapa studi literatur pada Bab sebelumnya dijelaskan bahwa banyak penelitian yang menghubungkan keterkaitan variasi produk dan kompleksitas rantai pasok terhadap tingkat kebutuhan teknologi informasi Cheng et al. (2014), S. Sivadasan et al. (2006, 2002, 2013), Welker et al. (2008), dengan Bode & Wagner (2015), Shou et al. (2017), Vaart & Donk (2006), van der Vaart et al. (2012), van der Vaart & van Donk (2004), van Donk & van der Vaart (2004). Variasi produk akan berpengaruh pada semakin tingginya kebutuhan bahan baku oleh perusahaan, yang mana hal tersebut mengindikasikan bahwa pertukaran bahan baku antar rantai pasok akan semakin tinggi Bode & Wagner (2015), Shou et al. (2017), Vaart & Donk (2006), van der Vaart et al. (2012), van der Vaart & van Donk (2004), van Donk & van der Vaart (2004). Dalam model simulasi *agent-based* yang dibangun, grafik pada Gambar 4.16 merepresentasikan fluktuasi pertukaran bahan baku antar *agent* di dalam sistem.



Gambar 4.15 Fluktuasi pertukaran bahan baku antar *agent* di dalam sistem



Gambar 4.16 Fluktuasi transaksi pertukaran informasi antar *agent* di dalam sistem



Gambar 4.17 Fluktuasi *lead time* transaksi setiap pelanggan

Selanjutnya, pertukaran bahan baku tersebut akan menyebabkan semakin panjangnya jaringan rantai pasok yang terhubung di dalam sistem. Semakin banyaknya *channel* yang terlibat di dalam rantai pasok, menyebabkan semakin kompleksnya jaringan rantai pasok yang dimiliki oleh perusahaan. Dengan semakin

kompleksnya jaringan rantai pasok yang dimiliki perusahaan, akan berpengaruh pada semakin derasnya arus informasi yang saling dipertukarkan dalam rantai pasok Cheng et al. (2014), S. Sivadasan et al. (2006, 2002, 2013), Welker et al. (2008). Fluktuasi pertukaran informasi antar *agent* di dalam sistem direpresentasikan melalui grafik pada Gambar 4.8. Hasil perolehan pertukaran informasi yang terjadi di dalam sistem merupakan representasi salah satu faktor yang berperan penting dalam menentukan kebutuhan teknologi informasi.

Berdasarkan kedua pendekatan validasi baik secara empiris ataupun teoritis yang telah dilakukan sebelumnya, dapat diketahui bahwa kedua pendekatan tersebut telah memenuhi kondisi ideal dalam proses pembangunan suatu sistem simulasi menggunakan *agent-based modelling and simulation*. Pendekatan pertama yakni *face validation* dengan menggunakan pendekatan metode validasi (Law and Kelton, 1991) menunjukkan bahwa kedua perbandingan data asli dengan data hasil simulasi memiliki range nilai sesuai dengan standar valid data, dimana di dalam range nilai tersebut terdapat nilai 0 didalamnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa model simulasi yang dibangun telah valid dan sesuai dengan sistem nyata (*real world*). Sedangkan pada pendekatan kedua, yakni pendekatan teoritis berdasarkan studi literatur menunjukkan hasil sesuai dengan penelitian-penelitian terkait sebelumnya. Hal tersebut dibuktikan bahwa sistem dapat mengaitkan antara pengaruh variasi produk dan kompleksitas rantai pasok terhadap tingkat kebutuhan teknologi informasi yang direpresentasikan dalam fluktuasi pertukaran bahan baku dan informasi antar *agent*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dipaparkan hasil dan pembahasan dari percobaan simulasi menggunakan *agent-based modelling and simulation* menggunakan bahasa pemrograman NetLogo yang telah dibangun. Percobaan dirancang berdasarkan Skenario dari tujuan pembuatan makalah ini yakni mengenai pengaruh variasi produk dan kompleksitas rantai pasok terhadap tingkat kebutuhan teknologi informasi. Tingkat kebutuhan teknologi informasi disini direpresentasikan dalam bentuk fluktuasi pertukaran informasi yang terjadi antar channel dalam jaringan rantai pasok yang terlibat. Hasil dari percobaan yang dilakukan kemudian akan dideskripsikan menjadi tiga bagian, yakni dampak dari variasi produk terhadap kompleksitas rantai pasok, keterkaitan kompleksitas rantai pasok terhadap arus pertukaran informasi, dan pengaruh variasi produk dan kompleksitas rantai pasok terhadap besarnya arus pertukaran informasi. Setiap bagian percobaan dibagi kembali menjadi beberapa skenario yakni skenario struktur dan skenario parameter. Skenario struktur dibagi berdasarkan struktur strategi pengadaan *supplier*, dan skenario parameter dibagi atas skenario tinggi, rendah, dan medium.

5.1 Pengaruh Variasi Produk Terhadap Kompleksitas Rantai Pasok (Skenario A)

Skenario A didesain untuk mengkaji lebih jauh mengenai sejauh mana variasi produk berpengaruh pada kompleksitas rantai pasok dengan beberapa pengaruh atribut didalamnya. Skenario A dirancang bertujuan untuk memperoleh berbagai pengetahuan tambahan untuk mengetahui dampak dari variasi produk terhadap kompleksitas jaringan rantai pasok, sesuai dengan pembahasan kajian literatur pada Bab 2 sebelumnya. Pada Skenario A, faktor eksperimental awal didasarkan pada *base model* yakni data UMKM Alifah Collection, kemudian beberapa nilai atribut akan dirubah terutama atribut yang berkaitan dengan variasi produk. Skenario A menitik beratkan pada pengaruh variasi produk terhadap kompleksitas jaringan rantai pasok, yang mana dalam hal ini faktor eksperimental

variasi produk dianggap sangatlah berpengaruh dalam kesesuaian hasil yang ingin diuji cobakan pada penelitian ini. Secara umum, rangkuman dari faktor eksperimental pada Skenario A dipaparkan secara lebih rinci yakni sebagai berikut:

Tabel 5.1 Perancangan skenario pengaruh variasi produk pada kompleksitas rantai pasok (Skenario A)

Eksperimental Factor		Base Run	Skenario Rendah	Skenario Medium	Skenario Tinggi
Variasi Produk	Seragam	2	1	5	10
	Baju	3	1	5	10
	Batik	1	1	5	10
	Kaos	1	1	5	10
	Celemek	1	1	5	10
	Busana Muslim	3	1	5	10
	Kemeja	2	1	5	10
	Dasi	3	1	5	10
	Atasan	3	1	5	10
	Bawahan	2	1	5	10
Probabilitas Produk	Seragam	0.412	0.412	0.412	0.412
	Baju	0.382	0.382	0.382	0.382
	Batik	0.059	0.059	0.059	0.059
	Kaos	0.044	0.044	0.044	0.044
	Celemek	0.029	0.029	0.029	0.029
	Busana Muslim	0.025	0.025	0.025	0.025
	Kemeja	0.015	0.015	0.015	0.015
	Dasi	0.015	0.015	0.015	0.015
	Atasan	0.015	0.015	0.015	0.015
	Bawahan	0.015	0.015	0.015	0.015
Jumlah Pelanggan		136	136	136	136
Probabilitas Pembelian		0.002889	0.002889	0.002889	0.002889
Jumlah Supplier	Pucang	1	1	1	1
	Pabean	1	1	1	1
	Pasar Atom	1	1	1	1
	DTC	1	1	1	1
	Kapasan	1	1	1	1
	Nginden	1	1	1	1
Supplying Strategy		Periodic+Order Supplying/ Periodic Supplying/ Order Supplying			
Running	Ticks	1080	1080	1080	1080
	Repetition	40	40	40	40

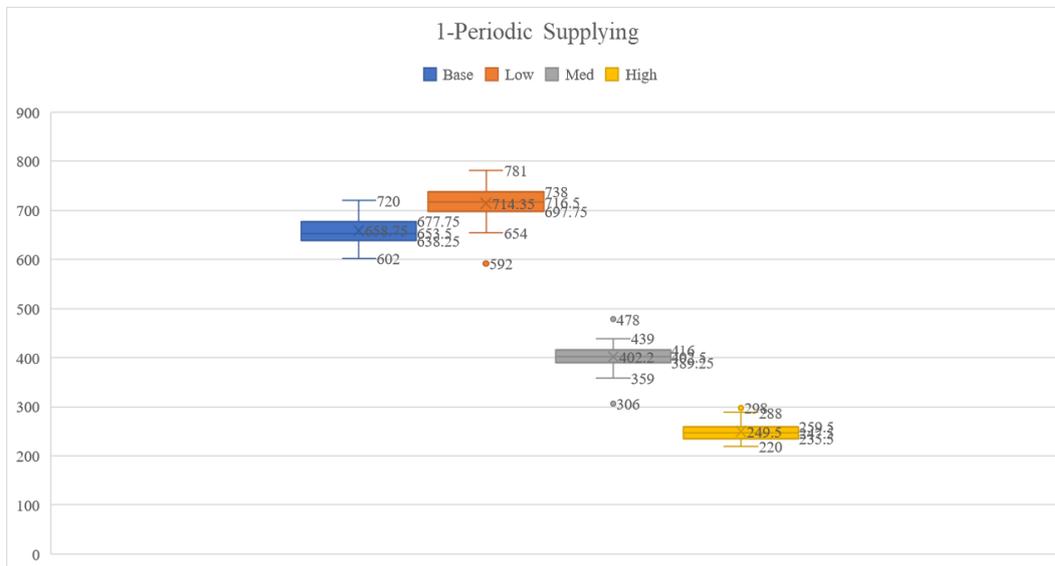
Variasi produk identik dengan semakin tingginya kompleksitas bahan baku penyusun suatu produk jadi. Dengan semakin tingginya variasi dan kompleksitas bahan baku penyusun produk jadi, tentu akan berimbas pada semakin banyaknya jumlah *supplier* dalam memasok kebutuhan bahan baku. Semakin beragamnya jumlah *supplier* yang dimiliki oleh perusahaan, berkaitan erat dengan semakin kompleksnya *partner* atau *channel* rantai pasok yang terlibat. Oleh karena itu, pada Skenario A, eksperimental faktor utama yang akan dianalisis adalah fluktuasi perubahan variasi produk yang akan mengakibatkan semakin rumitnya bahan baku yang dibutuhkan, yang mana hal tersebut akan berimbas pada semakin kompleksnya komponen rantai pasok yang terlibat.

Relasi antar *partner* dalam jaringan rantai pasok pada Skenario A dibagi atas dua bagian, yakni hubungan yang terjadi antara pelanggan dengan *factory* (*customerfactory*), *factory* dengan *supplier* (*factorysupplier*), dan *supplier* dengan *supplier* tingkat 1 (*supplierpemasok*). Pembagian tersebut dimaksudkan untuk menggali lebih detail mengenai sejauh mana pengaruh variasi produk terhadap interaksi antar *channel* rantai pasok, terutama yang berkaitan dengan kompleksitas bahan baku penyusun produk. Dengan adanya analisis yang lebih detail tersebut, maka hasil analisis yang diperoleh untuk Skenario A diharapkan memberikan pengetahuan yang lebih.

Perancangan skenario pada Tabel 5.1 merupakan landasan skenario awal untuk menjadi pembanding untuk skenario selanjutnya, yakni skenario yang akan mengubah struktur logika berjalannya sistem. Perubahan struktur logika tersebut didasarkan atas cara *supplier* dalam memenuhi kapasitas permintaan bahan baku oleh pelanggan. Strategi pengadaan tersebut pada penelitian ini dibagi atas tiga strategi umum yang digunakan oleh *supplier* yakni *Periodic Supplying*, *Order Supplying*, dan *Periodic+Order Supplying*. *Periodic+Order Supplying* akan dijadikan landasan perencanaan skenario, yang mana selanjutnya hasil skenario tersebut akan dibandingkan dengan penggunaan strategi lain pada simulasi.

5.1.1 Pengaruh variasi produk terhadap interaksi antara pelanggan dengan factory

Pada sub-bab berikut akan dipaparkan mengenai hasil simulasi dengan menggunakan variasi produk sebagai eksperimental faktor utama yang dikaitkan dengan interaksi yang terjadi antara pelanggan dan *factory*. Masing-masing hasil simulasi akan direpresentasikan melalui suatu diagram terstruktur, dengan *supplying strategy* yang berbeda, yakni *1-Periodic Supplying*, *2-Order Supplying*, dan *3-Periodic+Order Supplying*. Setiap struktur *supplying strategy* terdiri atas empat sub-kategori perubahan terhadap parameter variasi produk *base*, *low*, *medium*, dan *high* skenario.



Gambar 5.1 Skenario A, interaksi antara pelanggan dengan *factory* (*1-Periodic Supplying*)

Pada Gambar 5.1, dideskripsikan bahwa interaksi antara *agent customer* dengan *factory* menunjukkan angka yang cenderung menurun dan berkebalikan dengan tingkat variasi produk yang dimiliki oleh *factory*. Gambar 5.1 menunjukkan bahwa, semakin tinggi variasi produk yang ditawarkan oleh perusahaan tidak sebanding dengan banyaknya pertukaran informasi dengan pelanggan. Dimana, pada skenario variasi produk *low* memiliki intensitas pertukaran informasi lebih tinggi dibandingkan dengan skenario *base*, *medium* dan *high*. Hal tersebut dikarenakan, strategi pengadaan yang diterapkan pada simulasi Gambar 5.1 adalah

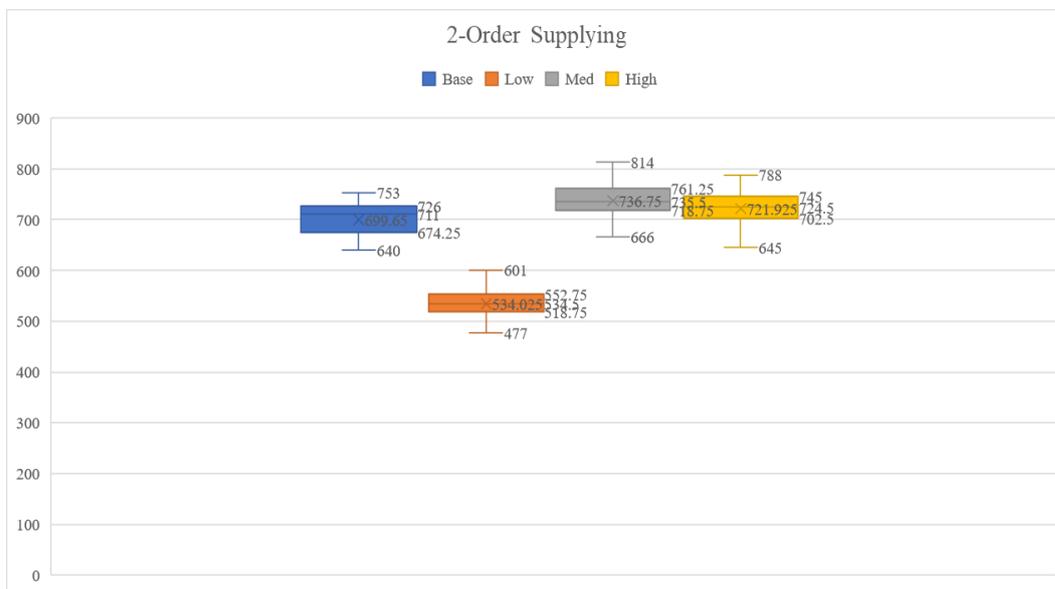
strategi *Periodic-Supplying*, dimana pada strategi tersebut *supplier* hanya akan melakukan pengadaan selama periode dan kapasitas tertentu. *Factory* hanya dapat menunggu hingga bahan baku yang dibutuhkan tersedia pada *supplier*, sehingga apabila semakin banyak jenis variasi produk yang ditawarkan oleh *factory* maka waktu tunggu pemenuhan bahan baku untuk proses produksi juga akan semakin lama. Oleh karena itu, hal tersebut justru akan mengakibatkan penurunan angka pertukaran informasi antara *factory* dengan *customer*. Pelanggan akan semakin lama dalam menunggu keseluruhan permintaan pemesanan selesai pada waktunya. Rata-rata waktu pemenuhan permintaan pelanggan oleh *factory* untuk setiap pelanggannya dideskripsikan pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Skenario A , waktu pemenuhan permintaan pesanan pelanggan (1-Periodic Supplying)

Pada Gambar 5.2, dijelaskan bahwa dengan variasi produk yang tinggi dan strategi pengadaan *Periodic Supplying*, *factory* dapat memenuhi permintaan pelanggan dengan rata-rata waktu pemenuhan selama 50 hari. Hal tersebut menjelaskan bahwa, *supplier* juga sangatlah berperan penting dalam meningkatkan loyalitas antara *factory* dengan pelanggan. Pernyataan tersebut dibuktikan dari hasil simulasi yang menunjukkan bahwa, semakin lama waktu pemenuhan permintaan pemesanan pelanggan oleh *factory* akan berakibat pada menurunnya angka pelanggan yang dimiliki oleh *factory*. Semakin tinggi variasi produk tidak

menentukan banyaknya pelanggan yang akan melakukan transaksi dengan *factory*. Variasi produk yang tidak diimbangi dengan kecepatan pemenuhan pesanan permintaan terutama dalam proses pemenuhan bahan baku, hanya akan menurunkan nilai loyalitas pelanggan terhadap *factory*. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa penting bagi *factory* untuk memperhitungkan kapasitas, ketersediaan bahan baku, serta waktu pemenuhan bahan baku pada supplier untuk menyelaraskan dengan tingkat kebutuhan bahan baku oleh *factory*.



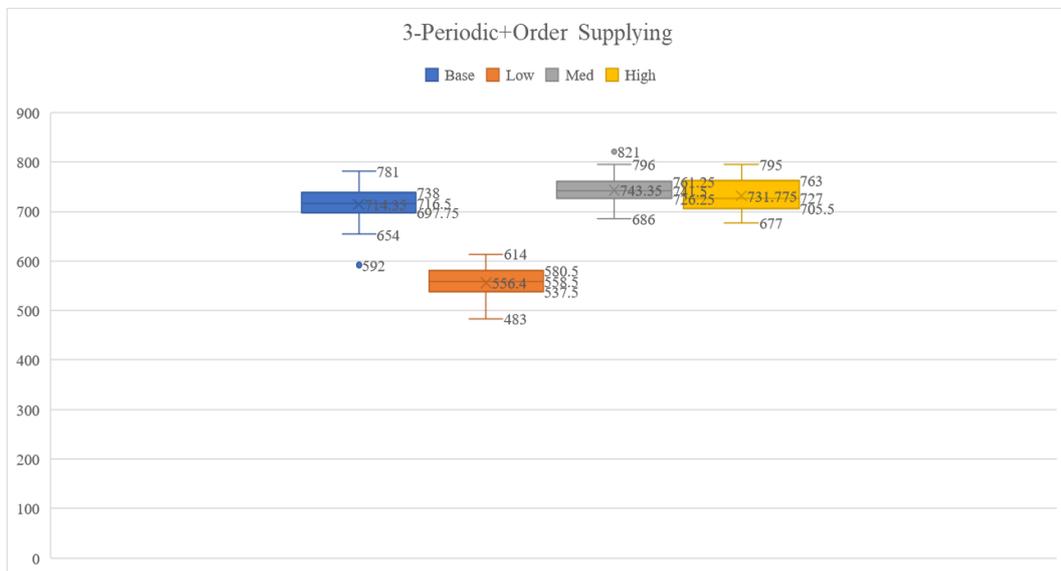
Gambar 5.3 Skenario A, interaksi antara pelanggan dengan *factory* (2-Order Supplying)

Berbeda dengan Gambar 5.3 dan 5.5, pada Gambar 5.3 dan Gambar 5.5 menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda antar skenario dan intensitas pertukaran informasi meningkat seiring dengan kenaikan dari variasi produk. Pada Gambar 5.3 dan Gambar 5.5 perolehan nilai masing-masing skenario menunjukkan pola yang sama, baik skenario dengan strategi pengadaan *Order Supplying* ataupun *Periodic+Order Supplying*. Hasil simulasi juga menjelaskan bahwa tidak terdapat antrian pada pemenuhan bahan baku dalam proses produksi, sehingga proses pemenuhan permintaan produk atas pelanggan dapat berjalan dengan baik. Oleh karena itu, apabila proses pemenuhan permintaan produk tersebut cepat terselesaikan, maka pelanggan dapat kembali untuk melakukan pemesanan kembali. Pernyataan tersebut dibuktikan dengan hasil dari waktu pemenuhan

permintaan pemesanan oleh pelanggan untuk masing-masing hasil simulasi yang dijelaskan pada Gambar 5.4 dan Gambar 5.6.



Gambar 5.4 Skenario A, waktu pemenuhan permintaan pesanan pelanggan (2-Order Supplying)



Gambar 5.5 Skenario A, interaksi pelanggan dan factory (3-Periodic+Order Supplying)

Pada Gambar 5.4 dan Gambar 5.6, ditunjukkan bahwa rata-rata waktu pemenuhan pemesanan permintaan pelanggan berkisar antara 30-40 hari untuk

setiap pelanggan dalam kurun waktu 1080 *ticks* 40 *repetition*. Perbedaan tersebut dikarenakan, strategi pengadaan *Order Supplying* dan *Periodic+Order Supplying* dapat memenuhi permintaan bahan baku oleh *factory* dengan cepat., sehingga pihak *factory* dapat memenuhi permintaan produksi sesegera mungkin begitu seluruh bahan baku yang dibutuhkan tersedia. Pada strategi pengadaan *Order Supplying*, *factory* dapat meminta bahan baku secara langsung tanpa harus menunggu, Begitu pula dengan strategi pengadaan *Periodic+Order Supplying*, meskipun pihak *supplier* melakukan pengadaan secara rutin dalam kurun waktu tertentu, *factory* dapat meminta bahan baku yang dibutuhkan kepada *supplier* secara langsung apabila bahan baku yang dibutuhkan dirasa masih kurang atau kosong. Dengan semakin cepatnya pemenuhan bahan baku untuk proses produksi, hal tersebut tentu akan berimbas pada kecepatan penyelesaian pemesanan oleh *factory*. Semakin cepat waktu penyelesaian, maka *factory* juga dapat meningkatkan jumlah pelanggan yang dimiliki dan jumlah pelanggan yang akan melakukan pemesanan kembali.



Gambar 5.6 Skenario A, waktu pemenuhan permintaan pesanan pelanggan (3-Periodic+Order Supplying)

Berdasarkan pemaparan atas hasil skenario pertukaran informasi antara pelanggan dengan *factory*, dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat beberapa dampak yang ditimbulkan dari tingginya variasi produk terhadap pertukaran

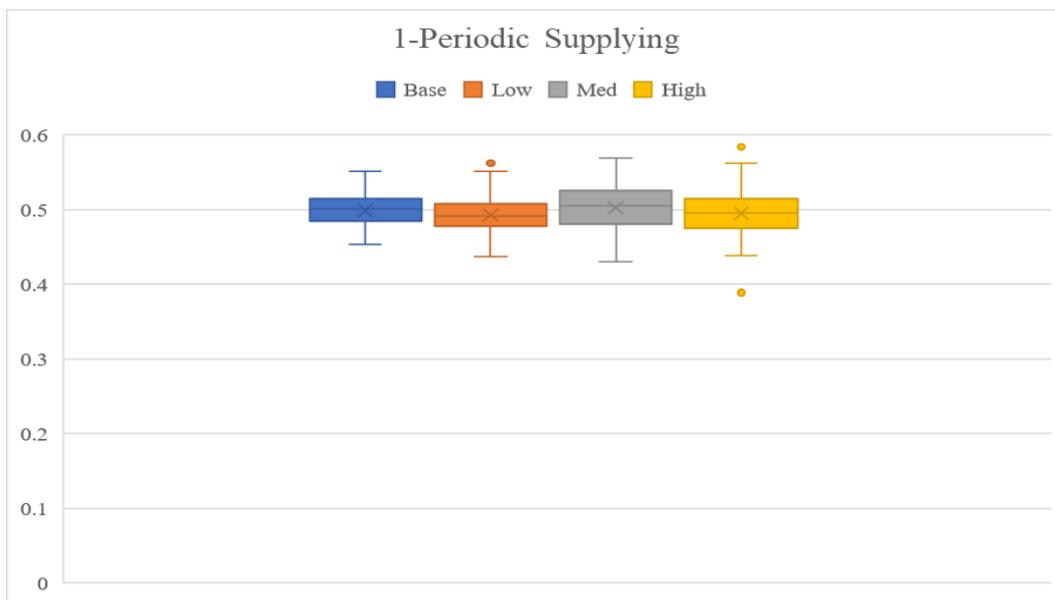
informasi antara pelanggan dengan *factory*. Salah satu dampak terpenting adalah dampak terhadap loyalitas pelanggan, semakin tinggi variasi produk tidak menentukan banyaknya jumlah pelanggan yang loyal untuk terus melakukan transaksi dengan *factory*.

Hal tersebut dikarenakan, dengan semakin tingginya variasi produk, maka bahan baku yang dibutuhkan oleh *factory* juga akan semakin kompleks. Seluruh bahan baku tersebut dipengaruhi oleh ketersediaan bahan baku dan kapasitas yang dimiliki oleh *supplier*. Apabila bahan baku tidak tersedia pada *supplier*, maka *factory* membutuhkan waktu yang lebih lama untuk memperoleh bahan baku yang dibutuhkan dalam proses produksi. Hal tersebut juga sangat dipengaruhi oleh kapasitas yang dimiliki oleh *supplier*, semakin kecil kapasitas yang dimiliki oleh *supplier*, *supplier* akan semakin lama dalam menyuplai bahan baku kepada *factory*. Selain itu, waktu pengadaan bahan baku kembali oleh *supplier* juga sangat perlu dipertimbangkan bagi *factory* untuk memperkirakan waktu pemenuhan permintaan pesanan pelanggan. Semakin lama waktu pengadaan, maka semakin lama pula waktu mulai produksi bagi *factory*.

Keseluruhan proses tersebut sangatlah berimbas pada waktu yang dibutuhkan *factory* dalam melakukan proses produksi. Semakin lama waktu yang dibutuhkan dalam pemenuhan bahan baku, maka semakin lama waktu yang dibutuhkan oleh *factory* untuk melakukan proses produksi. Apabila waktu pemesanan terlalu panjang, tentu akan berimbas pada loyalitas pelanggan terhadap *factory*. Pelanggan baru akan cenderung untuk tidak melakukan pesanan apabila antrian yang ada pada *factory* sangat panjang. Begitu pula dengan pelanggan lama, pelanggan lama tidak dapat melakukan pesanan kembali apabila pesanan yang saat ini dilakukan tak kunjung selesai. *Factory* juga demikian, *factory* tidak dapat menerima pesanan apabila masih disibukkan dengan proses pemenuhan bahan baku pada *supplier* yang tak kunjung tersedia.

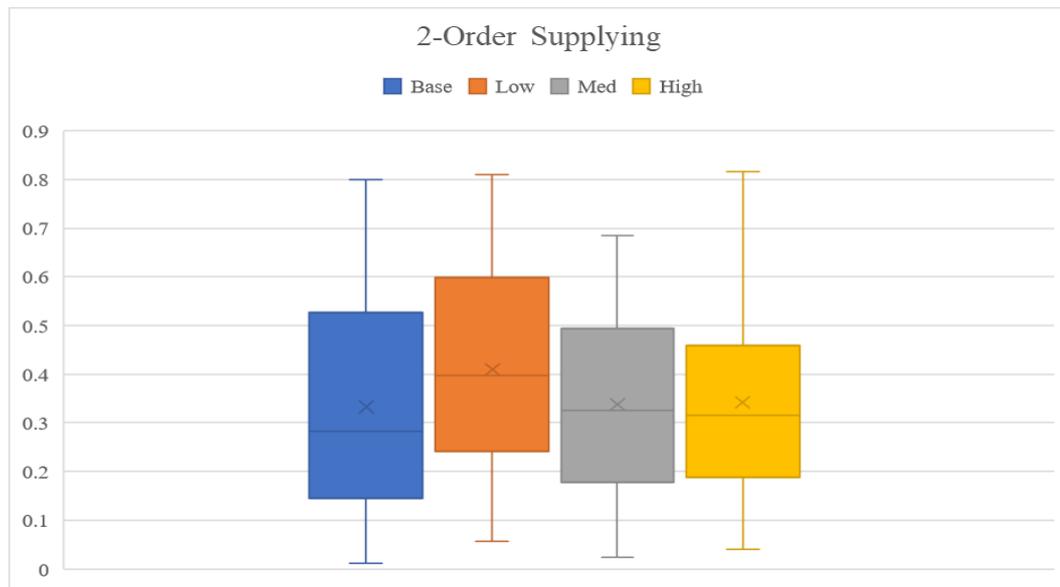
Ditinjau dari sisi lain yakni sisi internal perusahaan, intensitas pertukaran informasi dan waktu penyelesaian permintaan pesanan pelanggan, juga akan berdampak pada fluktuasi persediaan bahan baku yang dimiliki oleh *factory*. Dalam proses bisnis *make-to-order*, *factory* tidak menyimpan persediaan bahan baku dan

akan langsung menghubungi *supplier* ketika terdapat pemesanan permintaan produk. Namun, pada satu kesempatan waktu, *factory* akan melakukan pengecekan terlebih dahulu pada gudang persediaan. Berbeda dengan *make-to-stock* dimana gudang merupakan tempat untuk menyimpan keseluruhan kebutuhan produksi bahkan sebelum adanya permintaan produk, pada *make-to-order* gudang persediaan berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara dari sisa bahan baku dari transaksi sebelumnya.



Gambar 5.7 Skenario A, fluktuasi tingkat sisa persediaan bahan baku pada *factory* (*1-Periodic Supplying*)

Dengan semakin tingginya intensitas pertukaran informasi yang terjadi antara *factory* dengan pelanggan, maka perputaran bahan baku yang terjadi akan semakin cepat. Dengan semakin banyaknya jumlah pelanggan yang melakukan pemesanan, *factory* akan semakin banyak menyimpan bahan baku pada gudang persediaan. Hal tersebut dibuktikan pada Gambar 5.7, dimana dapat diketahui bahwa dengan penggunaan strategi pengadaan *Periodic Supplying*, fluktuasi tingkat persediaan *factory* menunjukkan pola yang sama antar skenario dan jarak masing-masing skenario tidak jauh berbeda. Berbeda dengan strategi pengadaan *Order Supplying* pada Gambar 5.8, meskipun pola antara skenario serupa, namun jarak maksimum-minimum yang dimiliki oleh masing-masing skenario sangatlah jauh.



Gambar 5.8 Skenario A, fluktuasi tingkat sisa persediaan bahan baku pada *factory* (2-Order Supplying)

Kedua hasil tersebut memiliki pola yang berbeda dikarenakan, pada *Periodic Supplying* dan *Periodic+Order Supplying factory* menerima pesanan permintaan yang lebih rendah dibandingkan dengan strategi pengadaan *Order Supplying*. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa jumlah pelanggan tersebut sangat dipengaruhi oleh waktu yang dibutuhkan oleh *factory* dalam memenuhi keseluruhan permintaan pelanggan. Dengan strategi *Periodic Supplying*, *factory* diuntungkan dengan rendahnya sisa bahan baku yang ada di gudang persediaan, namun tentu hal tersebut memiliki konsekuensi yakni *factory* harus siap dengan adanya penurunan loyalitas pelanggan kepada *factory*. Sedangkan pada strategi pengadaan *Order Supplying*, *factory* akan terus beroperasi dengan jumlah pelanggan yang akan terus meningkat dikarenakan bahan baku yang dibutuhkan oleh *factory* tersedia dengan cepat. Namun, dengan pengadaan *Order Supplying*, *factory* dihadapkan dengan permasalahan tingginya jumlah sisa persediaan yang dimiliki oleh *factory* di gudang.

Selanjutnya apabila kedua strategi tersebut digabungkan yakni menjadi strategi *Periodic+Order Supplying*, diperoleh hasil yang dirasa jauh lebih menguntungkan bagi keberlangsungan bisnis *factory*. Pada Gambar 5.9, dapat diketahui dengan penggunaan strategi pengadaan *Periodic+Order Supplying*,

factory dapat menjaga kestabilan sisa persediaan di gudang tanpa menurunkan tingkat loyalitas pelanggan terhadap *factory*. Hal tersebut dibuktikan pada Gambar 5.5, bahwa penggunaan strategi *Periodic+Order Supplying* tetap menunjukkan angka intensitas pertukaran informasi yang cukup baik antara *factory* dengan pelanggan.

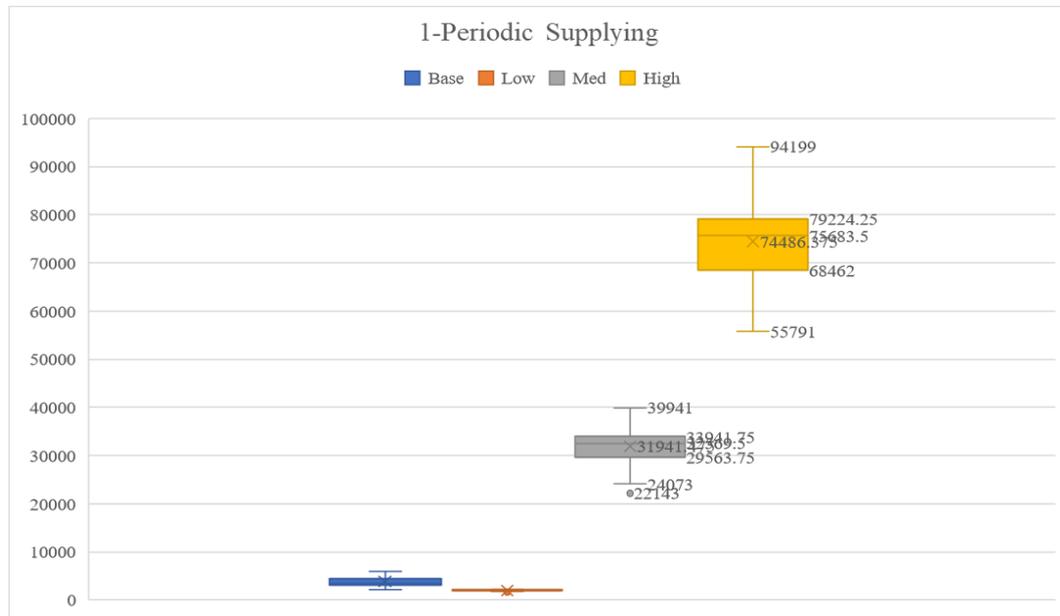


Gambar 5.9 Skenario A, fluktuasi tingkat sisa persediaan bahan baku pada *factory* (*3-Periodic+Order Supplying*)

5.1.2 Pengaruh variasi produk terhadap interaksi antara *factory* dengan *supplier*

Pada sub-bab berikut akan dipaparkan hasil simulasi dengan menggunakan variasi produk sebagai eksperimental faktor utama yang dikaitkan dengan interaksi yang terjadi antara *factory* dan *supplier*. Bagian ini merupakan bagian terpenting dalam proses simulasi, dimana tujuan awal dari Skenario A adalah untuk mengetahui pengaruh variasi produk dengan *channel* atau *partner* jaringan rantai pasok terutama yang berkaitan dengan proses pemenuhan bahan baku. Hasil yang ditunjukkan pada bagian ini akan membuktikan kebenaran dari Skenario A, dimana variasi produk akan berpengaruh pada semakin rumitnya kompleksitas jaringan rantai pasok. Tak berbeda pada proses simulasi sebelumnya, pada proses simulasi ini, masing-masing hasil simulasi akan direpresentasikan melalui suatu diagram terstruktur, dengan *supplying strategy* yang berbeda, yakni *1-Periodic Supplying*,

2-Order Supplying, dan 3-Periodic+Order Supplying. Setiap struktur *supplying strategy* terdiri atas empat sub-kategori perubahan terhadap derajat peningkatan variasi produk yakni *base*, *low*, *medium*, dan *high* skenario.

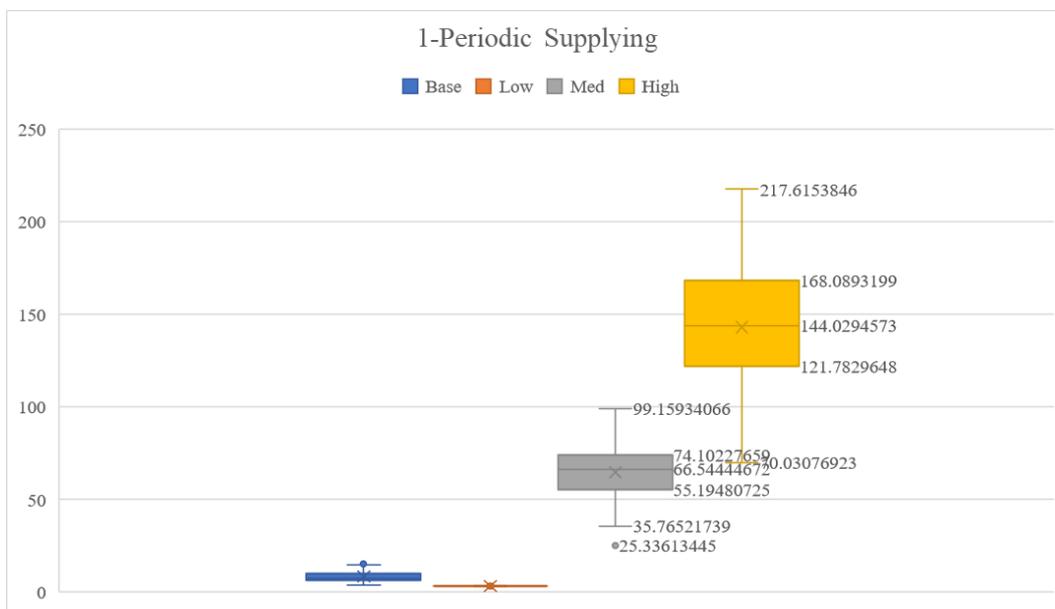


Gambar 5.10 Skenario A, interaksi antara *factory* dengan *supplier* (1-Periodic Supplying)

Pada Gambar 5.10, dideskripsikan bahwa pertukaran informasi yang terjadi antara *factory* dengan *supplier* menunjukkan perbedaan hasil yang cukup signifikan antar skenario. Dengan adanya penerapan *Periodic Supplying*, angka perbandingan perbedaan antara skenario *high*, *medium* dengan skenario *base*, *low* mencapai angka puluhan ribu. Dalam kurun waktu 1080 *ticks* dengan 40 *repetition*, rata-rata jumlah pertukaran informasi untuk skenario tinggi mencapai 74486 kali, dan untuk skenario *medium* mencapai angka setengah dari skenario *high* yakni 31941 kali adanya pertukaran informasi antara *factory* dengan *supplier*. Sedangkan, untuk skenario *base* dan skenario *low*, pertukaran informasi yang terjadi antara *supplier* dengan *factory* hanya berkisar 3805 untuk skenario *base* dan 1980 untuk skenario *low*.

Pada Gambar 5.10 juga ditunjukkan bahwa fluktuasi derajat peningkatan variasi produk berpengaruh pada distribusi nilai untuk setiap skenario terutama untuk skenario *medium* dan *high*. Pada skenario *base* dan *low*, distribusi nilai pertukaran informasi yang terjadi antara *factory* dengan *supplier* cenderung stabil.

Berbeda dengan skenario *medium* dan *high*, yang mana distribusi nilai pertukaran informasi langsung melonjak naik seiring dengan bertambahnya variasi produk. Distribusi nilai maksimum dan minimum skenario *medium* dan *high* terhadap rata-rata nilai sangat berbeda jauh dengan perbandingan 4:1. Dimana untuk distribusi nilai maksimum dapat mencapai empat kali lipat dibandingkan nilai minimum. Berdasarkan hasil tersebut, dapat diketahui bahwa semakin tinggi variasi produk dapat mengakibatkan semakin tidak terkontrolnya intensitas pertukaran informasi yang terjadi antara *factory* dengan *supplier*.



Gambar 5.11 Skenario A, waktu pemenuhan permintaan bahan baku (1-Periodic Supplying)

Selain dikarenakan adanya faktor variasi produk yang memberikan dampak kesenjangan hasil simulasi pada Gambar 5.10, perbedaan angka yang cukup signifikan antar skenario diakibatkan oleh strategi pengadaan *supplier* yakni *Periodic Supplying*. Strategi *Periodic Supplying* berimbas pada banyaknya pertukaran informasi yang terjadi antara *factory* dengan *supplier*, hal tersebut dikarenakan kapasitas yang rendah akan mempengaruhi banyaknya pertukaran informasi yang terjadi antara *factory* dengan *supplier*. Apabila semakin tinggi variasi produk yang dimiliki oleh *factory*, maka semakin tinggi pula kapasitas bahan baku yang dibutuhkan oleh *supplier*. Jika kapasitas tersebut tidak terpenuhi, *factory* akan lebih sering untuk menanyakan ketersediaan bahan baku tersebut

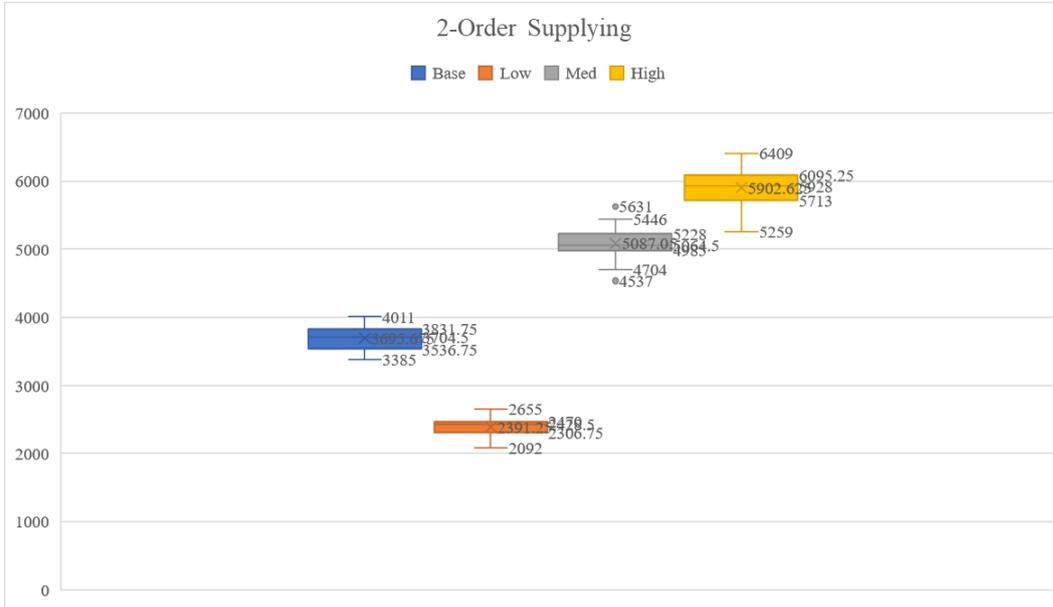
kepada *supplier*. Seiring dengan semakin banyak bahan baku yang dibutuhkan oleh *factory*, semakin tinggi pula intensitas interaksi yang terjadi antara *factory* dengan *supplier*.

Tingginya intensitas tersebut juga akan berakibat pada dimensi waktu yang dibutuhkan oleh *supplier* untuk memenuhi pesanan permintaan bahan baku. Dengan semakin derasnya arus pertukaran informasi antara *factory* dan *supplier*, maka durasi interaksi antara pihak *factory* dan *supplier* juga akan semakin panjang. Pihak *factory* akan terus mempertanyakan ketersediaan bahan baku pada *supplier* hingga seluruh bahan baku yang dibutuhkan oleh *factory* tersedia. Apabila bahan baku belum juga tersedia, pihak *factory* akan terus kembali mempertanyakan ketersediaan bahan baku tersebut secara terus menerus kepada *supplier*.

Pengaruh tingginya intensitas pertukaran informasi terhadap dimensi waktu dipaparkan secara lebih jelas pada Gambar 5.11. Pada Gambar 5.11 dijelaskan bahwa dengan variasi yang tinggi dan strategi pengadaan *Periodic-Supplying*, *factory* dapat menunggu kurang lebih hingga tiga bulan lamanya agar seluruh bahan baku yang dibutuhkan dalam proses produksi terpenuhi. *Factory* akan terus mempertanyakan ketersediaan bahan baku, sehingga akan meningkatkan intensitas pertukaran informasi antara *factory* dengan *supplier*, yang mana hal tersebut akan memperpanjang durasi pemenuhan kebutuhan bahan baku yang dibutuhkan oleh *factory*. Dampak tersebut juga sangatlah dipengaruhi oleh kapasitas bahan baku yang dimiliki oleh *supplier*, serta prosedur dalam pemenuhan kebutuhan bahan baku oleh *supplier* dan *factory*.

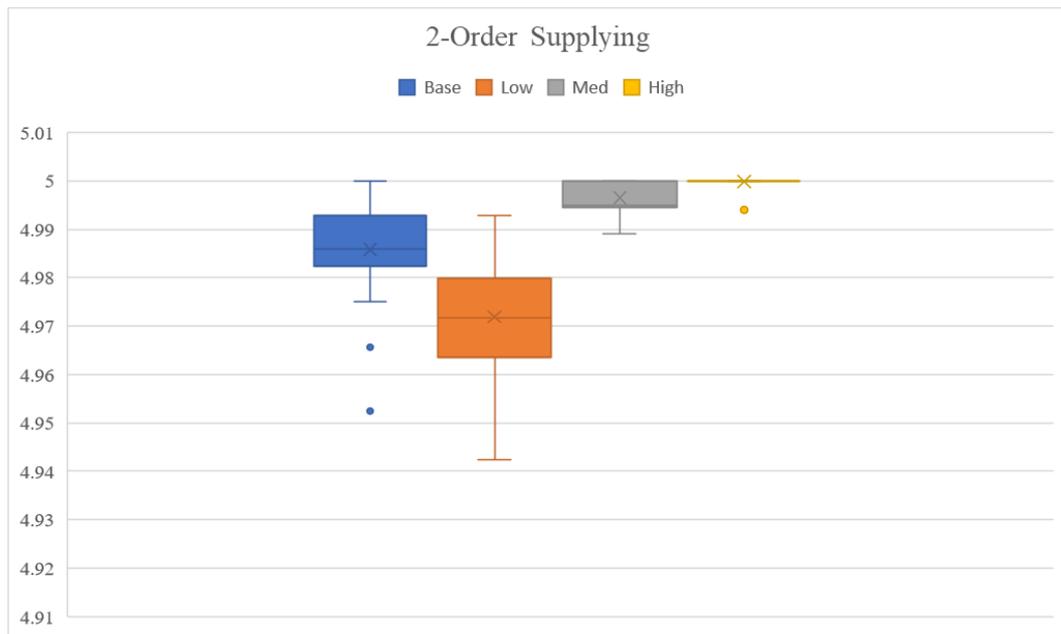
Hasil yang ditunjukkan pada Gambar 5.11 juga sebanding dengan hasil yang diperoleh pada Gambar 5.10 terkait pertukaran informasi yang terjadi antara *factory* dengan *supplier*. Distribusi nilai pada Gambar 5.11 juga cenderung tidak stabil terutama dalam skenario *medium* dan *high*. Hal tersebut selaras dengan semakin tingginya intensitas pertukaran informasi, akan berpengaruh pada waktu pemenuhan permintaan bahan baku yang dibutuhkan oleh *factory*. Hal tersebut dikarenakan apabila variasi produk tinggi, maka bahan baku yang dibutuhkan oleh *factory* akan semakin tinggi. Oleh karena itu, *factory* akan semakin sering menghubungi *supplier* untuk menanyakan perihal ketersediaan bahan baku yang

dibutuhkan oleh *factory*. Dengan tingginya ketidakpastian tersebut, *factory* akan semakin kesulitan dalam memastikan waktu dalam penyelesaian permintaan pelanggan.



Gambar 5.12 Skenario A, interaksi antara *factory* dengan *supplier* (2-Order Supplying)

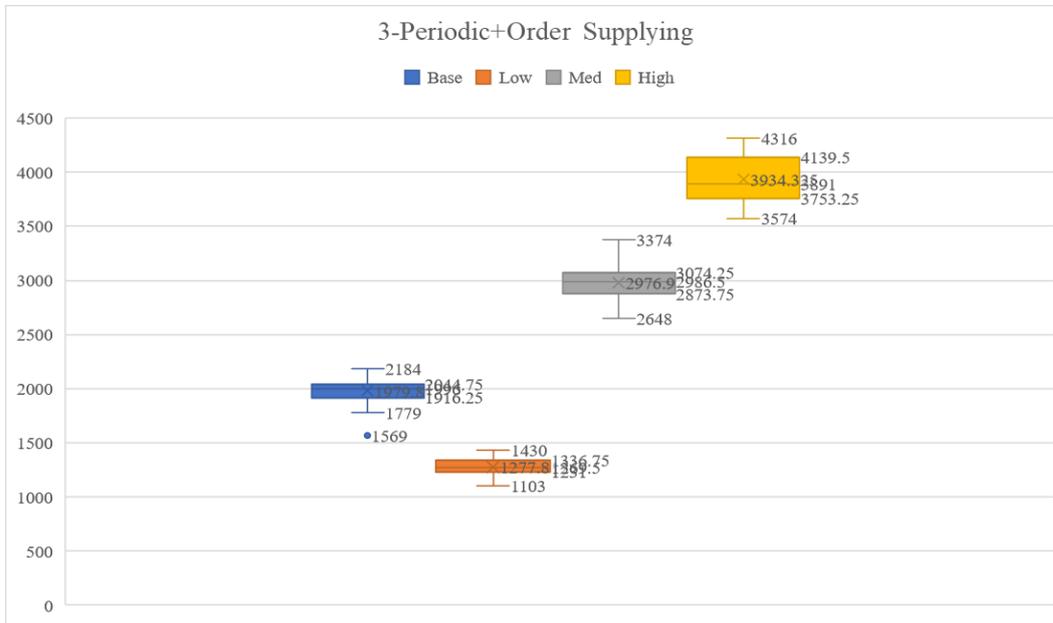
Berbeda dengan skenario sebelumnya yakni dengan penggunaan strategi *Periodic Supplying* dalam menganalisis pertukaran informasi antara *factory* dengan *supplier*, pada Gambar 5.12 ditunjukkan hasil intensitas pertukaran informasi antara *factory* dengan *supplier* menggunakan strategi *Order Supplying*. Pada hasil skenario Gambar 5.12, dapat diketahui bahwa distribusi nilai dari pertukaran informasi antara *factory* dengan *supplier* cenderung stabil dan meningkat seiring dengan penambahan derajat variasi produk. Distribusi nilai untuk masing-masing skenario yakni antara nilai maksimum dan minimum cenderung menunjukkan nilai yang tidak berbeda secara signifikan. Hal tersebut dikarenakan, dengan menggunakan strategi *Order Supplying*, *factory* hanya perlu bertanya sekali pada *supplier* yakni ketika meminta kebutuhan bahan baku kepada *supplier*. Kemudian, bahan baku akan langsung dikirim oleh *supplier* sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Hal tersebut berbanding jauh dengan strategi *Periodic Supplying*, dimana *factory* harus selalu aktif untuk menanyakan ketersediaan bahan baku yang ada pada *supplier*.



Gambar 5.13 Skenario A, waktu pemenuhan permintaan bahan baku (2-Order Supplying)

Hasil dari penggunaan strategi *Order Supplying* tentu akan sangat berpengaruh pada waktu pemenuhan permintaan bahan baku yang dibutuhkan oleh *factory*. Pada Gambar 5.13, ditunjukkan bahwa durasi waktu pemenuhan bahan baku oleh *supplier* jauh lebih cepat dibandingkan dengan hasil pada skenario sebelumnya pada Gambar 5.11. Hal tersebut selaras dengan intensitas pertukaran informasi yang terjadi antara *factory* dengan *supplier* yang dipaparkan pada Gambar 5.12. Kedua grafik menunjukkan angka positif, dimana semakin tinggi variasi produk akan sebanding dengan semakin tingginya intensitas pertukaran informasi antara *factory* dengan *supplier*. Tingginya intensitas pertukaran informasi tersebut justru tidak memberikan dampak yang besar pada durasi pemenuhan bahan baku oleh *supplier*. Dimana *supplier* hanya membutuhkan rata-rata waktu pemenuhan bahan baku berkisar antara 4-5 hari. Waktu pemenuhan permintaan bahan baku untuk skenario variasi produk *high* dan *medium* sendiri maksimum hanya membutuhkan waktu 5 hari. Sedangkan, untuk skenario dengan variasi produk *base* dan *low*, memiliki rentang waktu pemenuhan bahan baku yang lebih pendek yakni 4 hari. Hal tersebut dikarenakan pada tipe skenario *base* dan *low*, bahan baku yang dibutuhkan oleh *factory* cenderung lebih sedikit dibandingkan

skenario dengan variasi produk *medium* dan *high*, sehingga waktu pemenuhan agar seluruh bahan baku yang dibutuhkan terpenuhi juga akan semakin pendek.



Gambar 5.14 Skenario A, interaksi antara *factory* dengan *supplier* (*3-Periodic+Order Supplying*)

Selanjutnya, strategi ketiga yang diterapkan dalam menganalisis pertukaran informasi antara *factory* dan *supplier* adalah strategi *Periodic+Order Supplying*. Pada strategi ini, kedua strategi akan digabungkan untuk mengetahui dampaknya terhadap intensitas pertukaran informasi yang terjadi antara *factory* dengan *supplier*. Pada Gambar 5.14, dapat diketahui bahwa intensitas pertukaran informasi yang terjadi antara *factory* dan *supplier* cenderung menurun dibandingkan dengan penggunaan strategi *Order Supplying* ataupun *Periodic Supplying*. Dengan tetap memiliki persediaan, *supplier* dapat memenuhi sebagian bahan baku yang dibutuhkan oleh *factory* sembari menunggu bahan baku yang lain untuk dikirimkan. Dengan strategi tersebut tentu akan menurunkan waktu tunggu *factory* dalam memenuhi kebutuhan bahan baku produksi. Dengan penggunaan strategi *Periodic+Order Supplying*, *supplier* dapat lebih cepat dalam memenuhi permintaan bahan baku oleh *factory*, sehingga durasi waktu yang dibutuhkan oleh *supplier* dalam memenuhi pesanan bahan baku oleh *factory* dapat berdurasi lebih pendek dan mempersingkat waktu pemenuhan pesanan permintaan pelanggan. Pernyataan tersebut dibuktikan pada Gambar 5.15, dimana waktu pemenuhan bahan baku

cenderung menurun dan stabil dibandingkan dengan strategi *Order Supplying* dan *Periodic Supplying*.



Gambar 5.15 Skenario A, waktu pemenuhan permintaan bahan baku (3-Periodic+Order Supplying)

Berdasarkan beberapa hasil skenario tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa, terdapat beberapa faktor yang berpengaruh pada peningkatan intensitas pertukaran informasi antara *factory* dengan *supplier* yakni tingginya derajat variasi produk, kapasitas bahan baku *supplier*, serta strategi pengadaan *supplier*. Ketiga faktor tersebut akan meningkatkan intensitas pertukaran informasi antara *factory* dengan *supplier*, dimana hal tersebut juga akan berimbas pada waktu produksi *factory*. Waktu produksi *factory* akan semakin panjang apabila bahan baku yang dibutuhkan dalam proses produksi masing belum tersedia.

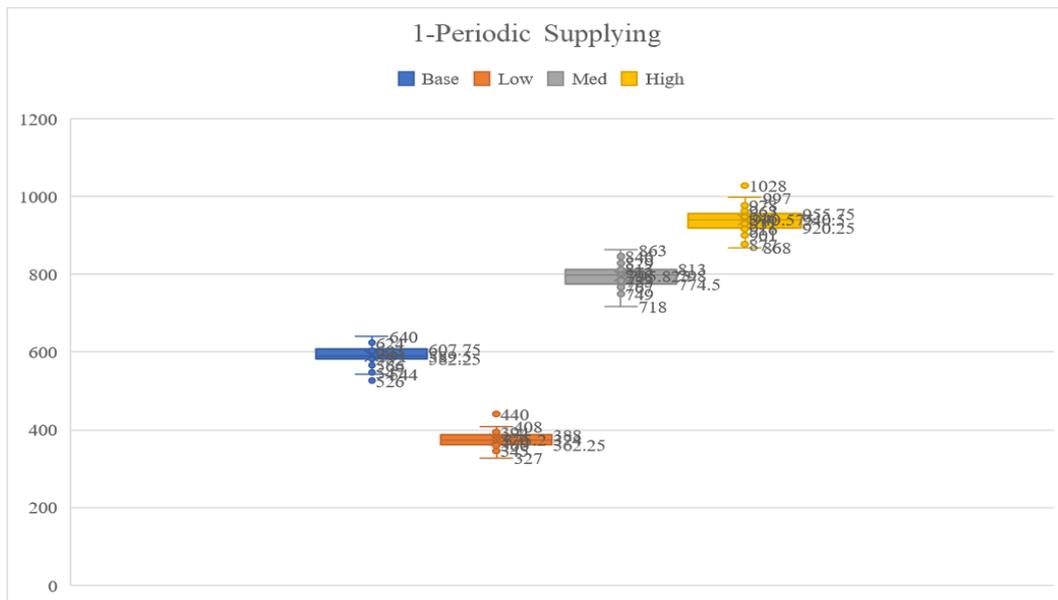
5.1.3 Pengaruh variasi produk terhadap interaksi antara supplier dengan pemasok (supplier tingkat 1)

Pada sub-bab ini akan dijelaskan terkait pengaruh variasi produk terhadap kompleksitas rantai pasok ditinjau dari segi *supplier*. Dalam hal ini, *supplier* yang dimaksud tidak hanya terbatas pada *supplier* yang berhubungan langsung dengan *factory*, melainkan *supplier* tingkat 1 yakni suatu agen yang bertugas untuk memasok *supplier*. *Supplier* tingkat 1 akan mengirimkan bahan baku yang

dibutuhkan oleh *supplier* dengan beberapa metode tertentu yakni *Periodic Supplying*, *Order Supplying*, dan *Periodic+Order Supplying*. Pada Gambar 5.16, Gambar 5.17, dan Gambar 5.18 akan dipaparkan secara lebih jelas mengenai intensitas pertukaran informasi yang terjadi antara *supplier* dengan pemasok (*supplier* tingkat 1).

Pada masing-masing gambar yakni Gambar 5.16, Gambar 5.17, dan Gambar 5.18, diketahui bahwa intensitas pertukaran informasi yang terjadi antara *supplier* dengan *supplier* tingkat 1 meningkat seiring dengan adanya perubahan dalam derajat peningkatan variasi produk. Semakin tinggi variasi produk, maka semakin tinggi pula bahan baku penyusun produk jadi. Oleh karena itu, *supplier* akan menghubungi *supplier* tingkat 1 dengan intensitas tinggi apabila bahan baku yang dibutuhkan juga semakin tinggi. Selain itu, dalam masing-masing gambar, pada skenario dengan tingkat variasi produk *high*, diketahui memiliki rentan distribusi nilai yang cukup jauh dibandingkan dengan skenario *base*, *low* ataupun *medium*. Hal tersebut menandakan bahwa, semakin tinggi variasi produk, maka pertukaran informasi antara *supplier* dan *supplier* tingkat 1 semakin tidak terkendali.

Dari segi strategi pengadaan yang diterapkan, posisi dengan intensitas pertukaran informasi tertinggi berada pada strategi pengadaan *Order Supplying*. Hal tersebut dijelaskan pada Gambar 5.17, bahwa pertukaran informasi antara *supplier* dan *supplier* tingkat 1 dapat mencapai 4000 kali interaksi. Tingginya intensitas pertukaran informasi tersebut dikarenakan pada strategi pengadaan ini, *supplier* tidak memiliki persediaan bahan baku digudang, dan secara langsung akan menghubungi *supplier* tingkat 1 untuk mengirimkan kebutuhan bahan baku dengan waktu tertentu kepada *supplier*. Hal tersebutlah yang menjadikan alasan tingginya intensitas pertukaran informasi antara *supplier* dan *supplier* tingkat 1. Pada Gambar 5.17, juga dapat diketahui bahwa dengan penggunaan strategi pengadaan *Periodic Supplying* pada skenario dengan tingkat variasi produk tinggi, berakibat pada intensitas distribusi pertukaran informasi yang cenderung tidak stabil. Hal tersebut dibuktikan pada plot untuk variasi produk tinggi memiliki rentang distribusi yang cukup jauh antara nilai maksimum dan minimum.

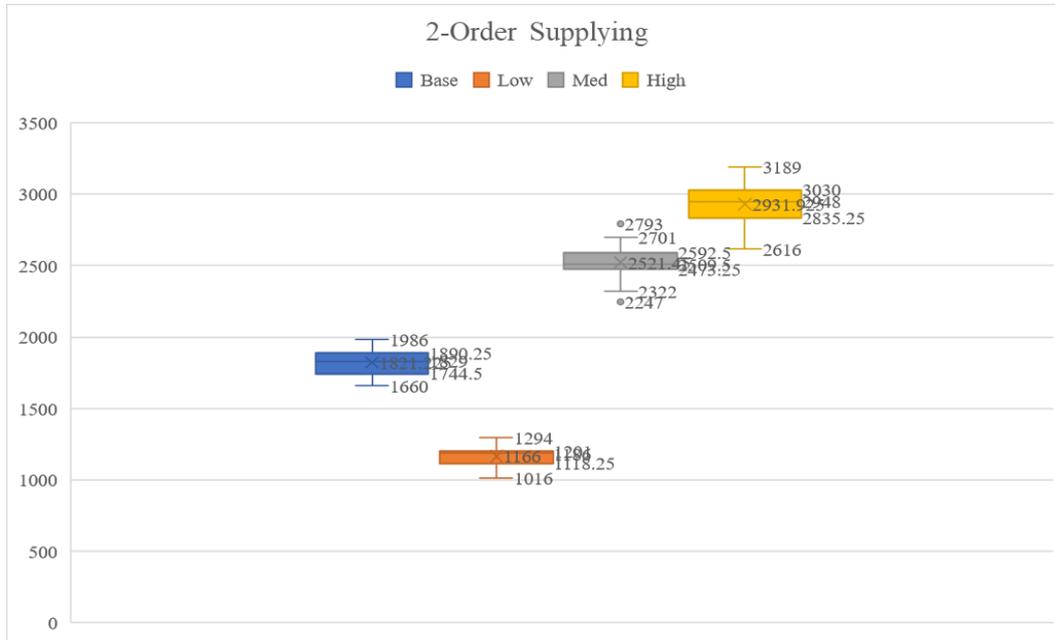


Gambar 5.16 Skenario A, pertukaran informasi antara *supplier* dan pemasok (*1-Periodic Supplying*)

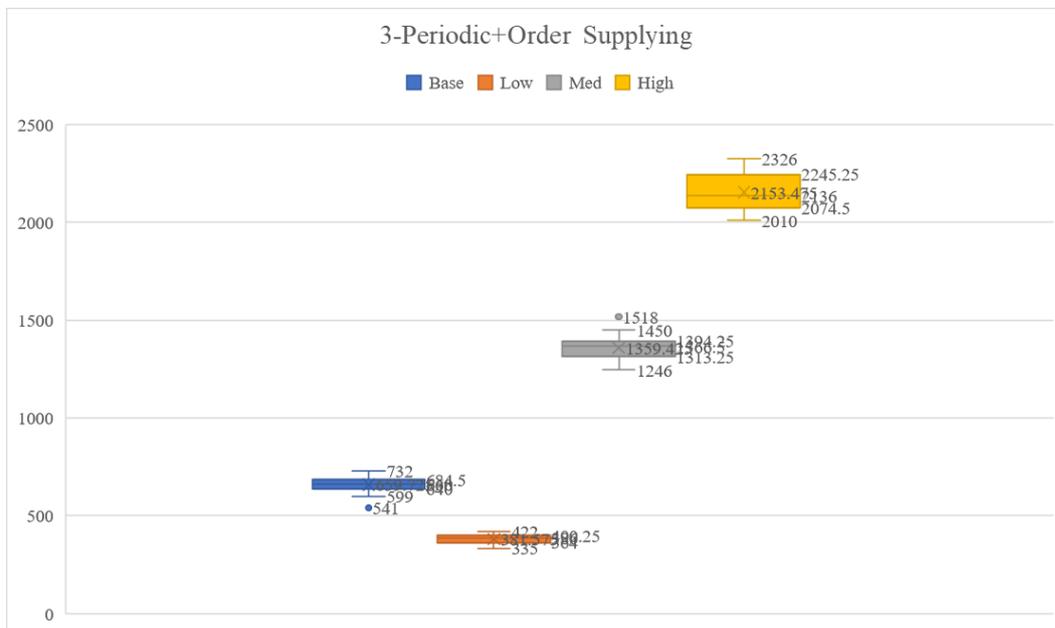
Hasil intensitas pertukaran informasi antara *supplier* dan *supplier* tingkat 1 tersebut berbanding terbalik dengan strategi pengadaan pada Gambar 5.16 yakni strategi pengadaan *Periodic Supplying*. Rata-rata interaksi pertukaran informasi yang terjadi antara *supplier* dengan *supplier* tingkat 1 maksimum hanya berkisar pada angka 1000, yang mana hanya satu perempat dari jumlah pertukaran informasi dengan menggunakan strategi *Order Supplying*. Rendahnya intensitas pertukaran informasi tersebut dikarenakan pada hasil skenario dengan menggunakan strategi *Periodic Supplying*, *supplier* hanya akan menerima pengiriman bahan baku dari *supplier* tingkat 1 dengan suatu periode tertentu dan terjadwal (*Daily*, *Weekly*, ataupun *Monthly*). Oleh karena itulah, pada strategi pengadaan *Periodic Supplying*, tingkat intensitas pertukaran informasi antara *supplier* dengan *supplier* tingkat 1 tergolong rendah dibandingkan metode pengadaan lain.

Skenario untuk mengetahui intensitas pertukaran informasi antara *supplier* dan *supplier* tingkat 1 dengan menggunakan strategi ketiga yakni *Periodic+Order Supplying* memiliki distribusi nilai lebih stabil dibandingkan dengan kedua strategi sebelumnya. Hasil skenario dengan menggunakan strategi *Periodic+Order Supplying* menunjukkan bahwa rata-rata intensitas pertukaran informasi yang terjadi antara *supplier* dan *supplier* tingkat 1 maksimum berkisar pada nilai 2500.

Perolehan nilai tersebut hanya setengah dari jumlah pertukaran informasi dengan menggunakan strategi *Order Supplying*, dan dua kali lipat dari jumlah pertukaran informasi dengan menggunakan strategi *Periodic Supplying*.



Gambar 5.17 Skenario A, pertukaran informasi antara *supplier* dengan pemasok (*2-Order Supplying*)



Gambar 5.18 Skenario A, pertukaran informasi antara *supplier* dengan pemasok (*3-Periodic+Order Supplying*)

5.2 Pengaruh Kompleksitas Rantai Pasok Terhadap Tingkat Kebutuhan Teknologi Informasi (Skenario B)

Rantai pasok (*supply chain*) didefinisikan sebagai suatu jaringan kompleks dari entitas bisnis yang melibatkan arus produk/ layanan dari hulu (*upstream*) ke hilir (*downstream*). Kompleksitas pada jaringan rantai pasok diartikan sebagai aspek-aspek yang saling berhubungan satu sama lain pada suatu jaringan rantai pasok. Salah satu aspek terpenting yang berpengaruh dalam integritas kompleksitas jaringan rantai pasok adalah jumlah komponen (*number of elements*) dan tingkat interaksi (*degree of interaction*) yang terjadi antar komponen rantai pasok. Integrasi memiliki makna yang sangat penting dimana integrasi memungkinkan bagi perusahaan dan komponen-komponen dalam jaringan rantai pasok untuk saling berkerjasama, berkoordinasi, dan berkolaborasi menjadi satu kesatuan utuh.

Salah satu dimensi yang berpengaruh besar dalam terwujudnya koordinasi dan kolaborasi yang lebih baik antar komponen pada jaringan rantai pasok adalah *information integration*. *Information integration* mengacu pada pertukaran informasi (*sharing of information*) antar komponen pada jaringan rantai pasok. Oleh karena itu, untuk menganalisis keterkaitan antara kompleksitas rantai dan pertukaran informasi yang ada di dalamnya, Skenario B didesain. Penyusunan Skenario B didasari atas sejauh mana pentingnya pertukaran informasi dikaitkan dengan tingginya kompleksitas rantai pasok akibat adanya peningkatan variasi produk pada perusahaan.

Berbeda dengan Skenario A sebelumnya, pada Skenario B, selain variabel variasi produk diubah sesuai derajat peningkatan variasi produk yakni *base*, *low*, *medium*, dan *high*, Skenario B juga berfokus pada jumlah peningkatan *supplier*. Berdasarkan tinjauan literatur pada Bab 2 sebelumnya, banyaknya jumlah *supplier* yang terlibat digadang akan meningkatkan kompleksitas di dalam jaringan rantai pasok. Kompleksitas rantai pasok mengacu pada perbedaan atau variasi yang ada dalam suatu organisasi, dimana hal tersebut dipengaruhi oleh jumlah sub-sistem atau level perbedaan/ variasi yang saling berinteraksi di dalam organisasi.

Tabel 5.2 Perancangan skenario pengaruh kompleksitas rantai pasok terhadap tingkat kebutuhan teknologi informasi (Skenario B)

Eksperimental Factor	Base Run	Skenario Rendah	Skenario Medium	Skenario Tinggi	
Variasi Produk	Seragam	2	1	5	10
	Baju	3	1	5	10
	Batik	1	1	5	10
	Kaos	1	1	5	10
	Celemek	1	1	5	10
	Busana Muslim	3	1	5	10
	Kemeja	2	1	5	10
	Dasi	3	1	5	10
	Atasan	3	1	5	10
	Bawahan	2	1	5	10
Probabilitas Produk	Seragam	0.412	0.412	0.412	0.412
	Baju	0.382	0.382	0.382	0.382
	Batik	0.059	0.059	0.059	0.059
	Kaos	0.044	0.044	0.044	0.044
	Celemek	0.029	0.029	0.029	0.029
	Busana Muslim	0.025	0.025	0.025	0.025
	Kemeja	0.015	0.015	0.015	0.015
	Dasi	0.015	0.015	0.015	0.015
	Atasan	0.015	0.015	0.015	0.015
	Bawahan	0.015	0.015	0.015	0.015
Jumlah Pelanggan	136	136	136	136	
Probabilitas Pembelian	0.002889	0.002889	0.002889	0.002889	
Jumlah Supplier	Pucang	5	5	5	5
	Pabean	5	5	5	5
	Pasar Atom	5	5	5	5
	DTC	5	5	5	5
	Kapasan	5	5	5	5
	Nginden	5	5	5	5
Supplying Strategy	Periodic+Order Supplying/ Periodic Supplying/ Order Supplying				
Running	Ticks	1080	1080	1080	1080
	Repetition	40	40	40	40

Kompleksitas rantai pasok dapat dibedakan menjadi tiga tipe ukuran yakni *horizontal complexity*, *vertical complexity*, dan *spatial complexity*. *Horizontal complexity* mengacu pada jumlah entitas yang berbeda pada level yang sama, dalam jaringan rantai pasok diukur sesuai dengan jumlah *supplier* pada setiap *tiers*. *Vertical complexity* mengacu pada jumlah level yang ada pada sistem, dalam

jaringan rantai pasok diukur sesuai dengan jumlah *tiers* yang terlibat dalam jaringan rantai pasok. *Spatial complexity* mengacu pada jumlah *operating location* atau tingkat dispersi antar anggota dalam sistem, dalam jaringan rantai pasok diukur berdasarkan rata-rata jarak antara dua perusahaan yang saling terikat dalam proses pembelian (*buying*) dan pengadaan (*supplying*).

Berdasarkan dasar literatur pertukaran informasi tersebut, Skenario B menerapkan teori *Horizontal complexity* yang mana kompleksitas rantai pasok diukur berdasarkan jumlah supplier pada setiap (*tiers*) yang terlibat dalam rantai. Selanjutnya Skenario B akan menganalisis pertukaran informasi yang terjadi dalam *supply chain horizontal complexity* melalui penerapan *agent-based modelling and simulation* dengan menggunakan bahasa pemrograman NetLogo. Oleh karena itu, untuk memaksimalkan hasil simulasi terdapat beberapa pengaturan terhadap faktor eksperimental yang akan diterapkan pada simulasi, Tabel 5.2.

Faktor eksperimental awal didasarkan atas *base model* yakni data dari UMKM Alifah Collection dengan perubahan pada jumlah supplier yang terlibat. Selanjutnya, untuk beberapa skenario lain nilai atribut variasi produk dan jumlah supplier akan dirubah sesuai dengan derajat peningkatan variasi produk. Skenario B menitik beratkan pada pengaruh kompleksitas rantai pasok terhadap tingkat kebutuhan teknologi informasi. Dalam hal ini kompleksitas rantai pasok diukur dengan memaksimalkan jumlah *supplier* yang terlibat didalam rantai pasok, sedangkan tingkat kebutuhan teknologi informasi diukur berdasarkan transaksi pertukaran informasi yang terjadi antar komponen.

Penyusunan skenario pada Tabel 5.2, dijadikan sebagai suatu landasan model dalam simulasi untuk membandingkan antara skenario satu dengan yang lain. Salah satu faktor yang berpengaruh besar pada skenario tersebut adalah adanya perubahan terhadap struktur logika sistem yang berjalan. Perubahan terhadap struktur logika sistem tersebut didasarkan atas cara *supplier* dalam memenuhi kapasitas permintaan bahan baku oleh pelanggan. Strategi pengadaan tersebut pada penelitian ini dibagi atas tiga strategi yang diterapkan pada agent *supplier* yakni *Periodic Supplying*, *Order Supplying*, dan *Periodic+Order Supplying*.

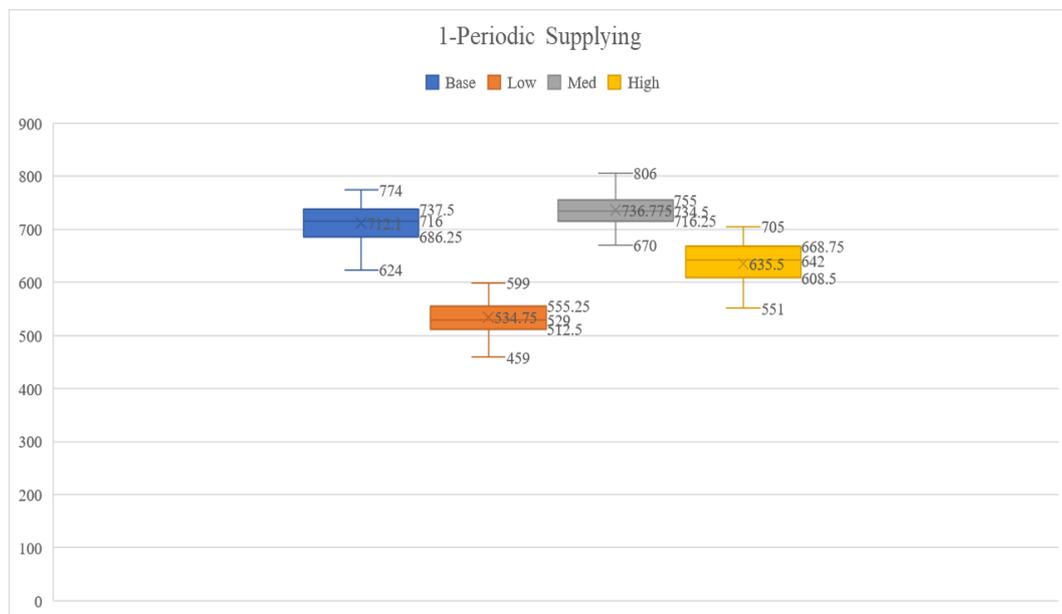
5.2.1 Pengaruh kompleksitas rantai pasok terhadap interaksi antara pelanggan dengan factory

Pada bagian ini, akan dipaparkan mengenai hasil simulasi Skenario B dengan menitik beratkan pada sisi pertukaran informasi yang terjadi antara pelanggan dengan *factory*. Berbeda dengan Skenario A sebelumnya, dalam skenario pertukaran informasi yang terjadi antara pelanggan dan *factory* pada Skenario B, akan dilakukan analisis lebih jauh mengenai pengaruh panjangnya *tiers* rantai pasok terhadap pertukaran informasi yang terjadi antara pelanggan dengan *factory*. Tidak jauh berbeda dengan skenario-skenario yang telah dipaparkan sebelumnya, skenario ini juga akan direpresentasikan menjadi tiga struktur yang berbeda sesuai dengan strategi pengadaan supplier yakni *1-Periodic Supplying*, *2-Order Supplying*, dan *3-Daily+Order Supplying*. Dimana masing-masing struktur tersebut akan dibagi menjadi empat skenario yang berbeda sesuai dengan derajat peningkatan variasi produk yakni *base*, *low*, *medium*, dan *high*.

Pada Gambar 5.19, Gambar 5.21, dan Gambar 5.23, dipaparkan bahwa ketiga penerapan strategi pengadaan baik *Periodic Supplying*, *Order Supplying* ataupun *Periodic+Order Supplying* memiliki hasil yang serupa dalam intensitas pertukaran informasi antara pelanggan dengan *factory*. Pada masing-masing hasil skenario, pertukaran informasi antara pelanggan dan *factory* menunjukkan hasil yang sangat fluktuatif. Pada Gambar 5.19 yakni dengan penerapan *Periodic Supplying*, intensitas pertukaran informasi tertinggi terjadi pada skenario *medium*, diikuti skenario *base*, kemudian *high*, kemudian untuk intensitas pertukaran informasi terendah tetap pada skenario *low*. Pada Gambar 5.21 dan Gambar 5.23 yakni dengan penerapan *Order Supplying* dan *Periodic+Order Supplying* menunjukkan hasil yang signifikan sama. Dimana intensitas pertukaran informasi pada skenario *base*, *medium*, dan *high* cenderung serupa, sedangkan untuk skenario *low* tetap berada pada nilai terendah.

Pada Gambar 5.19, Gambar 5.21, dan Gambar 5.23 ditunjukkan bahwa perbedaan antar skenario satu dengan yang lain tidak terlalu jauh. Hasil tersebut berbeda pada skenario pertukaran informasi antara pelanggan dan *factory* pada Skenario A (Gambar 5.1), dimana pertukaran informasi antara pelanggan dan

factory cenderung berkebalikan dengan perbedaan rentang nilai yang cukup drastis. Hal tersebut dikarenakan, pada skenario Skenario A, banyaknya jumlah *supplier* yang dapat menyediakan bahan baku untuk *factory* hanya bergantung pada 1 *supplier* saja, sedangkan pada skenario Skenario B, jumlah *supplier* untuk masing-masing bahan baku berjumlah 5 *supplier*. Oleh karena itulah, meskipun dengan variasi produk tinggi, *factory* tetap bisa menerima pesanan produk lebih sering dikarenakan tidak ada masalah dalam proses pengadaan bahan baku.



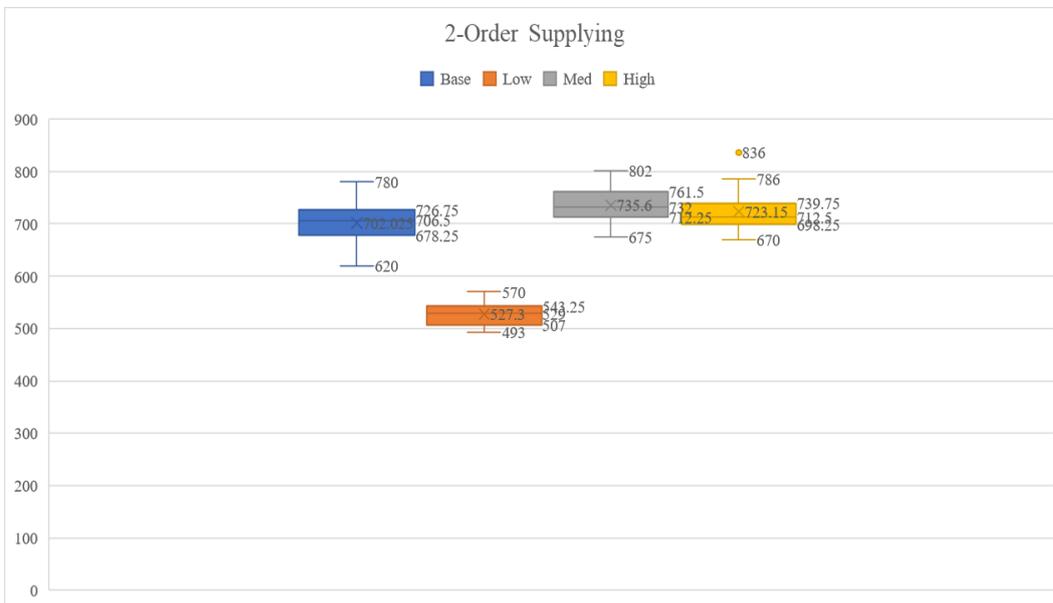
Gambar 5.19 Skenario B, interaksi antara pelanggan dengan *factory* (1-Periodic Supplying)

Namun, fluktuasi hasil pertukaran informasi antara pelanggan dan *factory* untuk masing-masing skenario tidak berlanjut pada waktu pemenuhan permintaan pemesanan pelanggan. Dapat dilihat pada Gambar 5.20, Gambar 5.22, dan Gambar 5.24, durasi waktu pemenuhan akan semakin panjang seiring dengan tingkat variasi produk, dimana durasi terlama terletak pada skenario dengan tingkat variasi tinggi. Peningkatan waktu pemenuhan permintaan pesanan tersebut terkendala pada waktu yang dibutuhkan oleh *factory* dalam memperoleh bahan baku. Semakin tinggi variasi produk yang dimiliki oleh *factory*, akan berimbas pada semakin banyaknya bahan baku yang dibutuhkan dalam proses produksi. Jika produksi terlalu lama, maka waktu pemenuhan pesanan pelanggan juga akan semakin lama. Hal tersebut tentu akan berdampak pada berkurangnya pelanggan yang akan membeli ke

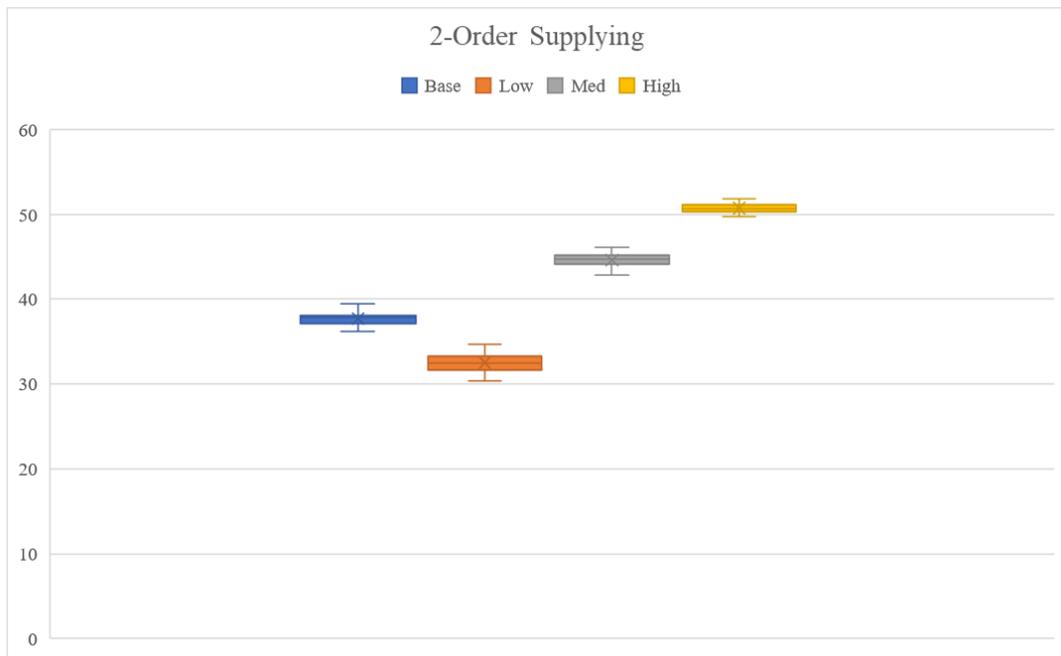
factory, dikarenakan belum terselesaikannya pesanan permintaan dari pelanggan sebelumnya.



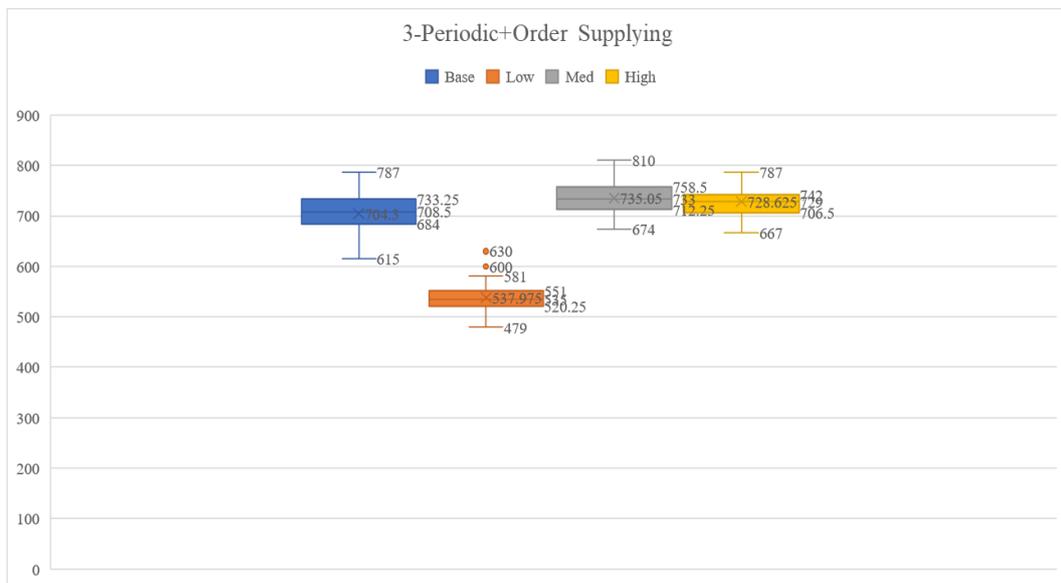
Gambar 5.20 Skenario B , waktu pemenuhan permintaan pesanan pelanggan (1-Periodic Supplying)



Gambar 5.21 Skenario B, interaksi antara pelanggan dengan factory (2-Order Supplying)



Gambar 5.22 Skenario B , waktu pemenuhan permintaan pesanan pelanggan (1-Order Supplying)



Gambar 5.23 Skenario B, interaksi antara pelanggan dengan factory (2-Order Supplying)

Masing-masing perolehan hasil pada Gambar 5.20, Gambar 5.22, dan Gambar 5.24 menunjukkan kesamaan untuk setiap skenario. Hal tersebut mengindikasikan, bahwa dengan menambahkan jumlah *supplier* yang dimiliki oleh *factory* akan justru akan berdampak positif pada waktu pemenuhan permintaan

pemesanan. Dimana waktu pemenuhan permintaan pemesanan cenderung lebih stabil untuk setiap strategi pengadaan. Selain itu, dengan menambah jumlah *supplier*, pertukaran informasi anatar pelanggan dengan *factory* juga cenderung akan lebih stabil. Hal tersebut dikarenakan, pihak *factory* akan lebih cepat dalam merespon setiap pesanan permintaan pelanggan, sehingga pertukaran informasi antara pelanggan dan *factory* akan meningkat. Pelanggan baru akan cenderung untuk dapat melakukan permintaan pesanan baru kepada *factory*, begitu pula pelanggan lama akan melakukan permintaan pesanan kembali kepada *factory*.



Gambar 5.24 Skenario Skenario B , waktu pemenuhan permintaan pesanan pelanggan (*1-Periodic+Order Supplying*)

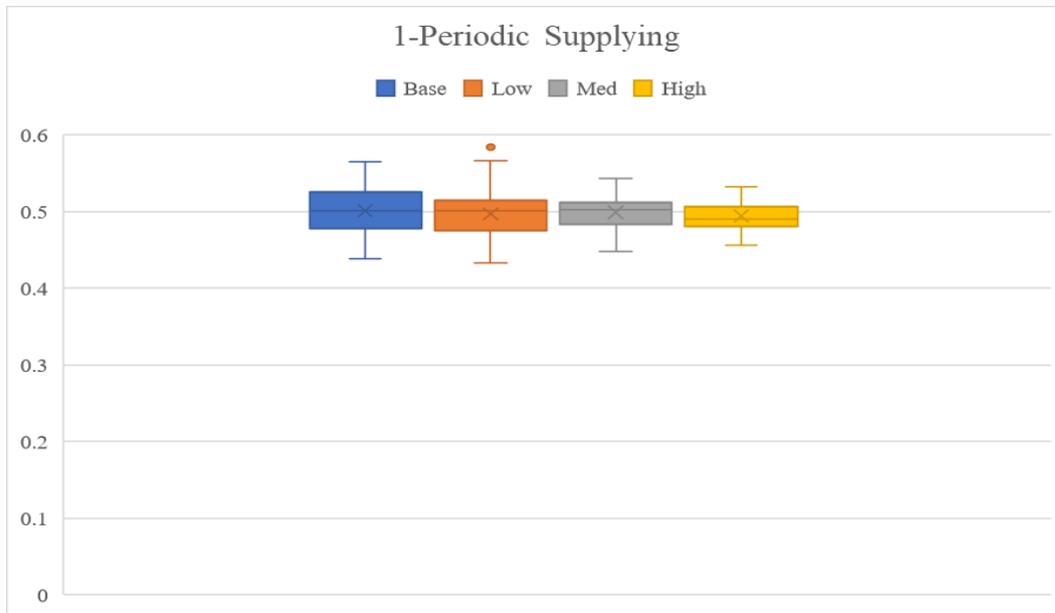
Berdasarkan hasil analisis intensitas pertukaran informasi antara pelanggan dengan *factory* beserta dampaknya pada waktu pemenuhan permintaan pesanan, dapat diambil kesimpulan bahwa peningkatan derajat variasi produk sangat menentukan waktu terselesaikannya pesanan pelanggan. Waktu penyelesaian permintaan pesanan pelanggan akan berdampak pada loyalitas pelanggan kepada *factory*. Hal tersebut dibuktikan, bahwa dengan semakin tingginya variasi produk yang dimiliki oleh *factory*, intensitas pertukaran informasi antara pelanggan dan *factory* justru rendah, sedangkan waktu pemenuhan pesanan justru tinggi. Hal tersebut mengindikasikan bahwa *factory* sangat lambat dalam menjalankan proses

produksi dikarenakan banyaknya kebutuhan akan bahan baku, sehingga pihak *factory* belum dapat menerima pesanan permintaan baru. Oleh karena itu, seiring dengan permasalahan tersebut, jumlah pelanggan baru akan menurun dan jumlah pelanggan lama yang akan kembali melakukan transaksi tentu akan menurun drastis.

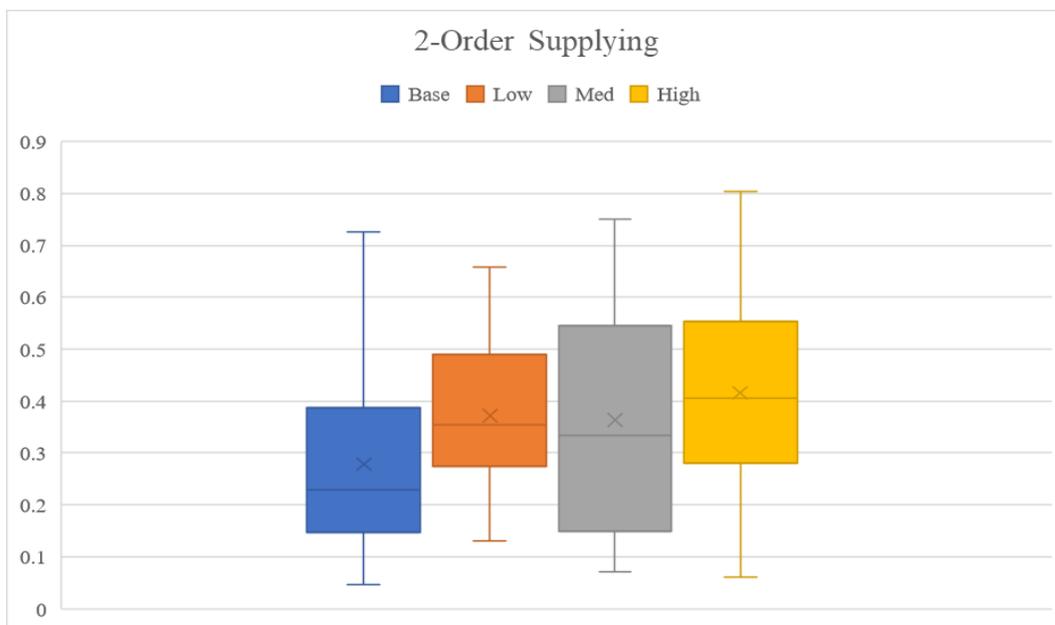
Disisi lain, *factory* juga akan direpotkan dengan permasalahan terkait sisa persediaan bahan baku dari transaksi-transaksi sebelumnya. Seperti yang telah dipaparkan pada Skenario A, bahwa dengan tingginya intensitas permintaan pesanan pelanggan berbanding lurus dengan tingkat bersediaan sisa bahan baku yang harus disimpan oleh perusahaan. Pihak *factory* harus pandai-pandai dalam menyasiasi perputaran bahan baku seiring dengan semakin tingginya intensitas permintaan pelanggan. Hal tersebut tentu dipengaruhi banyak hal, termasuk didalamnya adalah variasi produk. Semakin tinggi variasi produk, akan meningkatkan jumlah material yang dibutuhkan dalam proses produksi. Apabila jumlah bahan baku yang dibutuhkan semakin bervariasi, maka *factory* juga harus siap mengelola sisa bahan baku dari setiap transaksi yang terjadi. Selain itu, apabila jumlah *supplier* yang bertugas untuk memasok bahan baku tersebut meningkat, tentu hal tersebut juga akan berpengaruh pada tingkat sisa persediaan yang dimiliki oleh *factory*.

Pada Gambar 5.25, Gambar 5.26, dan Gambar 5.27, dapat dilihat bahwa dengan meningkatkan jumlah *supplier* yang dimiliki oleh *factory*, tetap akan berdampak pada fluktuasi sisa persediaan bahan baku *factory*. Pada Gambar 2.5 dan Gambar 2.7, fluktuasi sisa persediaan *factory* masih cukup stabil dibandingkan dengan Gambar 5.26. Hal tersebut dikarenakan pada Gambar 5.25 dan Gambar 5.27 menerapkan strategi pengadaan *Periodic Supplying* dan *Periodic+Order Supplying*, dimana *factory* dapat membatasi bahan baku yang masuk ke *factory* dengan adanya jeda waktu dalam pemenuhan permintaan pesanan. Berbanding terbalik dengan Gambar 5.26 dimana strategi *Order Supplying* diterapkan. Pada Gambar 5.26, pihak *factory* akan terus menerima pasokan bahan baku seiring dengan permintaan pesanan pelanggan, sehingga *factory* akan lebih kewalahan dalam mengatur sisa persediaan bahan baku. Oleh karena itu, sangat penting bagi

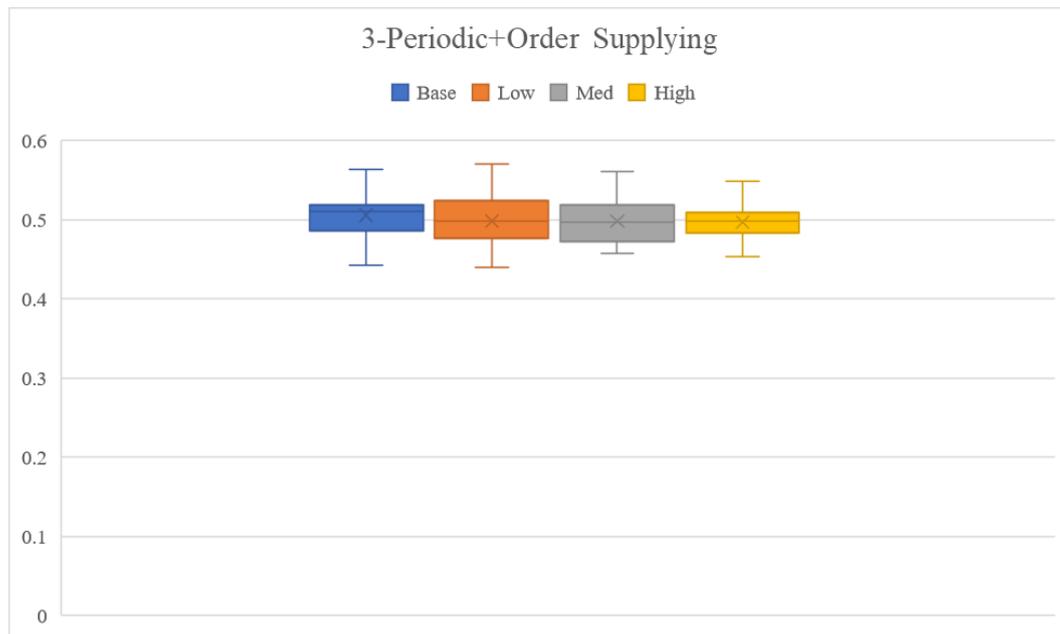
factory untuk tidak hanya memperhitungkan terkait jumlah pelanggan yang dimiliki, namun juga memperhatikan bagaimana proses bisnis secara internal dapat lebih berjalan secara optimal..



Gambar 5.25 Skenario B, fluktuasi tingkat sisa persediaan bahan baku pada *factory* (*1-Periodic Supplying*)



Gambar 5.26 Skenario B, fluktuasi tingkat sisa persediaan bahan baku pada *factory* (*2-Order Supplying*)



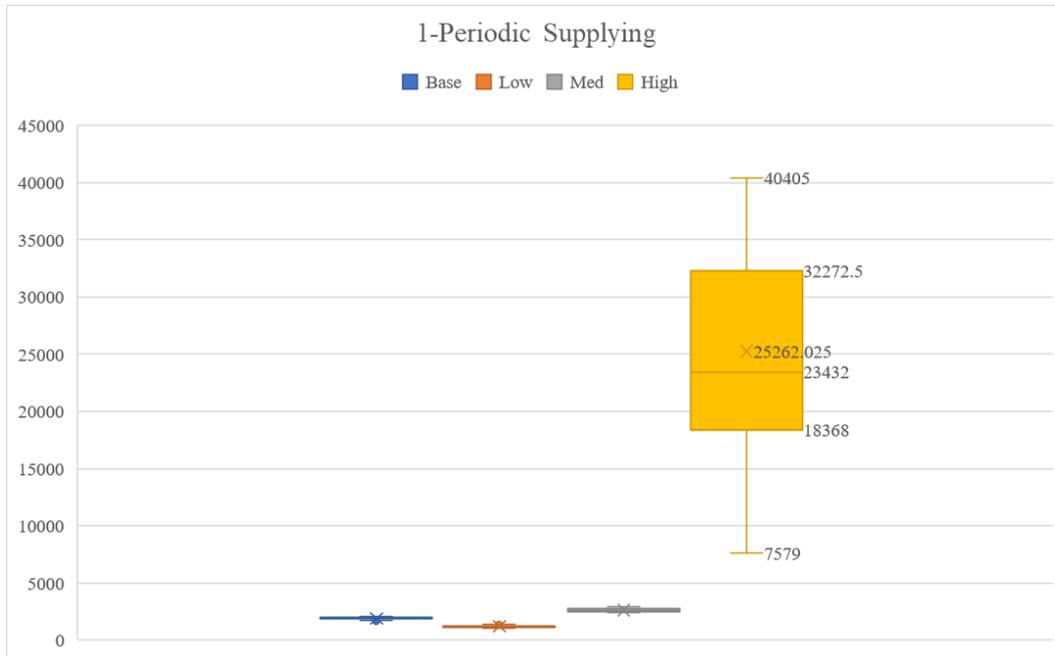
Gambar 5.27 Skenario B, fluktuasi tingkat sisa persediaan bahan baku *factory* (3-Periodic+Order Supplying)

5.2.2 Pengaruh kompleksitas rantai pasok terhadap interaksi antara *factory* dengan *supplier*

Setelah setiap eksperimental faktor diterapkan dalam *Behaviour Space* untuk setiap skenario pada program NetLogo, sub-bab berikut akan menjelaskan lebih detail terkait hasil simulasi untuk masing-masing skenario tersebut. Seperti pada skenario dalam Skenario sebelumnya, setiap skenario pada bagian ini juga dibedakan berdasarkan derajat peningkatan variasi produk yakni *base*, *low*, *medium*, dan *high*. Namun, yang membedakan dengan skenario pada Skenario sebelumnya adalah jumlah *supplier* yang terlibat di dalam simulasi. Pada skenario ini, jumlah *supplier* yang terlibat untuk menyuplai masing-masing bahan baku berjumlah lima *supplier* untuk masing-masing bahan baku.

Proses analisis hasil pada sub-bab ini, pertama, akan dibahas pertukaran informasi antara *factory* dengan *supplier* secara menyeluruh. Dimana, setiap pembahasan akan terdiri atas tiga hasil simulasi yang dibedakan sesuai dengan strategi pengadaan untuk masing-masing *supplier*. Pada Gambar 5.28 merupakan representasi hasil simulasi pertukaran informasi antara *supplier* dan *factory* dengan menggunakan strategi pengadaan *supplier Periodic Supplying*. Pada diagram

tersebut ditunjukkan bahwa pertukaran informasi paling tinggi terjadi pada skenario dengan derajat peningkatan variasi produk *high*. Rata-rata terdapat 28.617 kali pertukaran informasi yang terjadi antara *factory* dengan *supplier* apabila variasi produk yang dimiliki oleh *factory* adalah *high*.

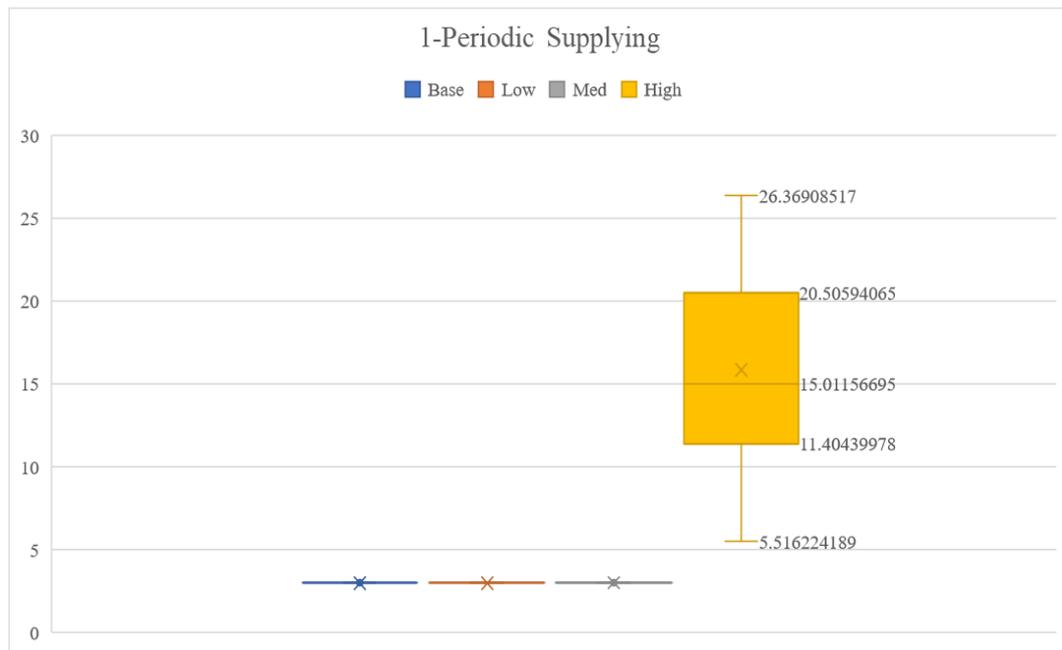


Gambar 5.28 Skenario B, pertukaran informasi antara *factory* dengan *supplier* (1-Periodic Supplying)

Jumlah tersebut sangatlah berbanding terbalik dengan skenario *base*, *low* dan *medium*, dimana rata-rata hanya terdapat 1000 hingga 3000 kali pertukaran informasi yang terjadi antara *factory* dengan *supplier*. Selain itu, pada Gambar 5.28 ditunjukkan bahwa skenario dengan variasi produk *high* memiliki rentang distribusi nilai yang cukup jauh antara nilai maksimum dan minimum. Hasil tersebut berbeda dengan Gambar 5.30 dan Gambar 5.32, dimana Gambar tersebut menjelaskan hasil simulasi dengan strategi pengadaan *Order Supplying* dan *Periodic+Order Supplying*. Pada Gambar 5.30 dan Gambar 5.32 pertukaran informasi yang terjadi antara *factory* dengan *supplier* cenderung meningkat selaras dengan semakin tingginya derajat variasi produk yang dimiliki oleh *factory*.

Namun, terdapat kesamaan antara strategi *Periodic Supplying* dan *Periodic+Order Supplying*, dimana keduanya memiliki rentang distribusi nilai yang cukup jauh pada skenario dengan variasi produk *high*. Hal tersebut

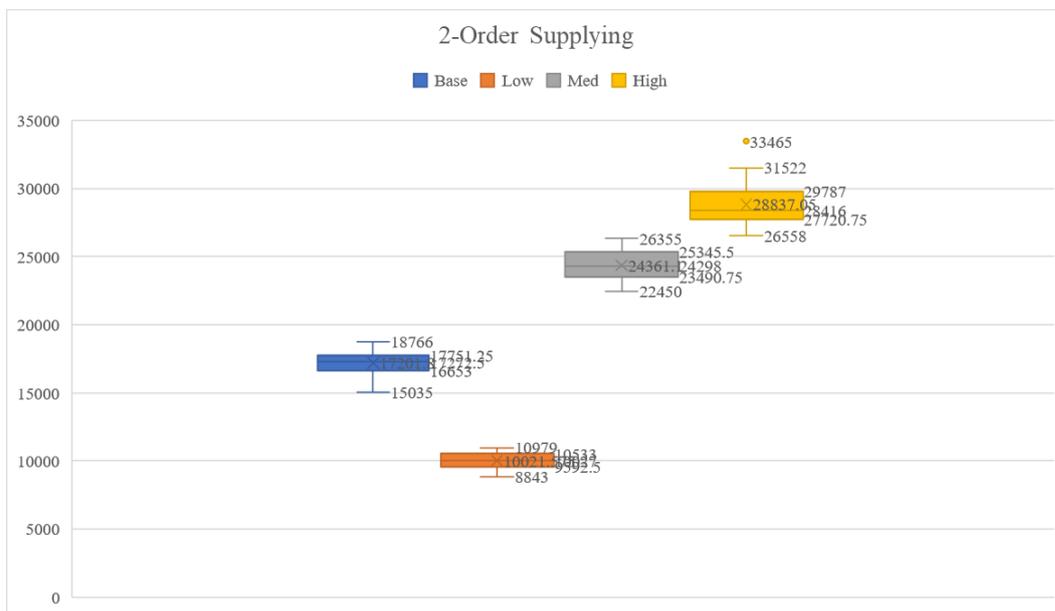
dikarenakan, dengan meningkatkan variasi produk, maka intensitas pertukaran informasi yang terjadi antara *factory* dengan *supplier* akan semakin tidak terkendali. Disisi waktu pertukaran informasi yang terjadi anatar *factory* dengan *supplier* sangatlah tinggi, namun disisi waktu lain pertukaran informasi antara *factory* dengan *supplier* justru rendah.



Gambar 5.29 Skenario B, waktu pemenuhan permintaan bahan baku (1-Periodic Supplying)

Dibandingkan dengan skenario sebelumnya pada Skenario A, tentu pertukaran informasi yang terjadi antara *factory* dengan *supplier* meningkat secara drastis. Pada skenario sebelumnya, untuk strategi pengadaan *Order Supplying* rata-rata terjadi 4000 kali interaksi antara *factory* dengan *supplier*, dan untuk strategi pengadaan *Periodic+Order Supplying* rata-rata hanya terjadi 2000 kali interaksi antara *factory* dengan *supplier*. Namun, hal tersebut jauh berbeda dibandingkan dengan Gambar 5.24 dan Gambar 5.26. Pertukaran informasi antara *factory* dengan *supplier* dengan menggunakan strategi pengadaan *Order Supplying* rata-rata pertukaran informasi yang terjadi antara *factory* dengan *supplier* mencapai 20000 kali interaksi, sedangkan *Periodic+Order Supplying* rata-rata terjadi 4000 kali interaksi.

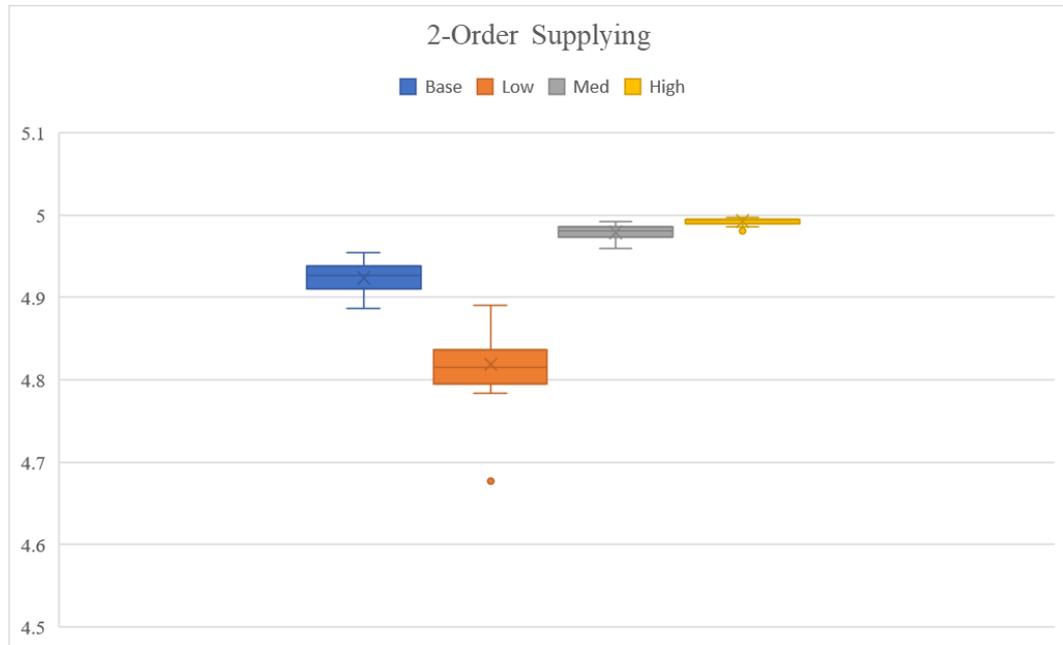
Berdasarkan hasil simulasi tersebut dapat diambil kesimpulan dan dibuktikan bahwa, dengan semakin banyaknya *supplier* yang dimiliki oleh *factory*, maka berimbas pada semakin tingginya pertukaran informasi yang terjadi antara *factory* dengan *supplier*. Selain itu, faktor tingginya variasi produk juga berperan penting dalam tingginya intensitas pertukaran informasi yang terjadi antara *factory* dengan *supplier*. Hal tersebut dibuktikan dengan semakin tingginya angka pertukaran informasi yang terjadi pada skenario dengan variasi produk *high*.



Gambar 5.30 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara *factory* dengan *supplier* (*2-Order Supplying*)

Meskipun pertukaran informasi yang terjadi antara *factory* dengan *supplier* menunjukkan nilai yang cukup tinggi, hal tersebut justru memberikan nilai lebih baik pada waktu pemenuhan permintaan pemesanan bahan baku antara *factory* dengan *supplier*. Pada Gambar 5.29, dengan menggunakan strategi pengadaan *Periodic Supplying*, *supplier* hanya membutuhkan waktu maksimum 20 hari untuk dapat memenuhi kebutuhan bahan baku *factory* dengan variasi produk *high*. Waktu pemenuhan bahan tersebut tentu berbeda jauh dibandingkan dengan skenario sebelumnya yang mana dapat mencapai lebih dari 3 bulan untuk dapat memenuhi keseluruhan kebutuhan bahan baku *factory*. Namun, tetap terdapat kesamaan di kedua hasil yakni distribusi nilai yang cenderung melebar terutama pada skenario *high*. Dimana hal tersebut mengindikasikan bahwa apabila semakin tinggi derajat

peningkatan variasi produk, *factory* akan lebih susah dalam memastikan waktu pemenuhan keseluruhan bahan baku dalam proses produksi.



Gambar 5.31 Skenario B, waktu pemenuhan permintaan bahan baku (2-Order Supplying)

Sedangkan untuk strategi pengadaan *Order Supplying* dan *Periodic+Order Supplying*, rata-rata waktu yang diperlukan oleh *supplier* untuk memenuhi seluruh kebutuhan *factory* hanya sekitar 3 hari lamanya. Bahkan untuk derajat peningkatan variasi produk tinggi, *supplier* hanya membutuhkan waktu maksimum 4 hari. Waktu tersebut memang tidak menunjukkan perbedaan angka yang cukup signifikan dibandingkan dengan skenario sebelumnya. Namun, waktu pada skenario dengan jumlah *supplier* lebih banyak cenderung lebih stabil. Hal tersebut dipaparkan secara lebih rinci pada Gambar 5.31 dan Gambar 5.33.

Berdasarkan hasil pemaparan skenario terkait pengaruh kompleksitas terhadap tingkat kebutuhan teknologi informasi ditinjau dari pertukaran informasi yang terjadi antara *factory* dengan *supplier*, dapat disimpulkan bahwa semakin panjang jumlah *tiers* dalam hal ini *supplier* yang terlibat dalam rantai pasok, maka semakin tinggi pula intensitas pertukaran informasi yang terjadi antara *factory* dengan setiap *supplier*. Pertukaran informasi yang terjadi antara *factory* dengan

setiap *supplier* yang terlibat dipaparkan secara lebih detail pada Lampiran B dan Lampiran C.



Gambar 5.32 Skenario B, pertukaran informasi antara *factory* dengan *supplier* (3-Periodic+Order Supplying)

Dengan semakin tingginya variasi produk yang dimiliki oleh *factory*, tentu akan berimbas pada semakin kompleksnya jaringan rantai pasok yang terlibat. Hal tersebut ditunjukkan dengan semakin tingginya intensitas pertukaran informasi yang terjadi antara *factory* dan *supplier*, terutama apabila *supplier* yang terlibat semakin banyak. Telah dibuktikan bahwa, tingginya variasi produk, panjangnya *supplier* yang terlibat merupakan beberapa faktor utama yang mengakibatkan rantai pasok semakin kompleks. Semakin kompleks jaringan rantai pasok akan selaras dengan semakin tingginya intensitas pertukaran informasi yang terjadi, terutama dengan masing-masing komponen rantai pasok. Dengan mengetahui intensitas pertukaran informasi yang terjadi, *factory* dapat menentukan sejauh mana teknologi informasi dibutuhkan dalam membantu *factory* menjalankan proses bisnisnya.



Gambar 5.33 Skenario B, waktu pemenuhan permintaan bahan baku (3-Periodic+Order Supplying)

5.2.3 Pengaruh kompleksitas rantai pasok terhadap interaksi antara supplier dengan pemasok (supplier tingkat 1)

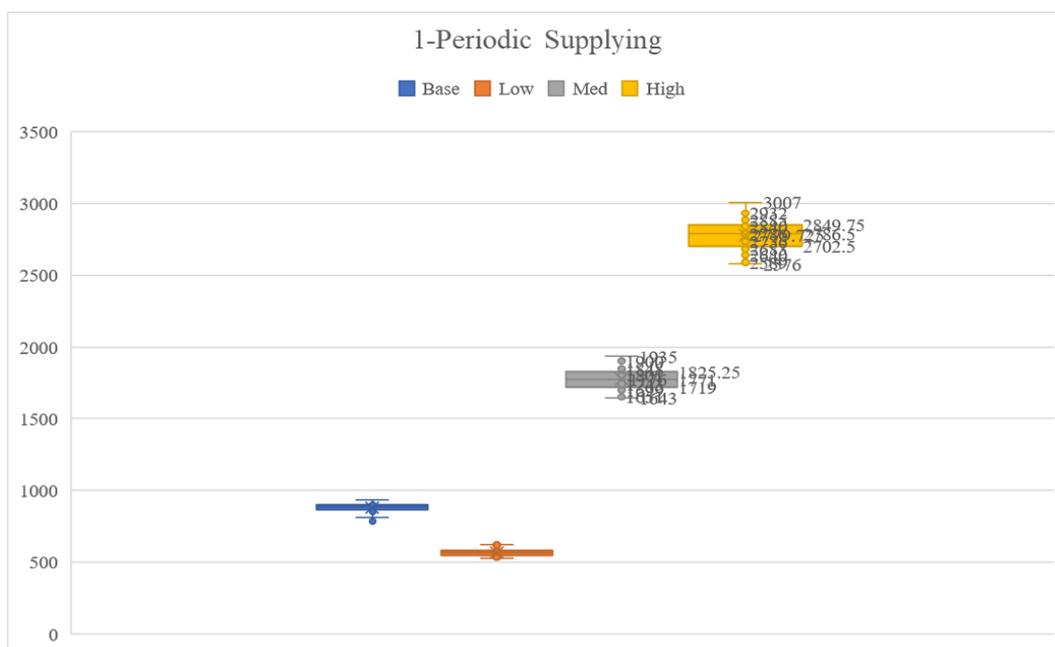
Sub-bab ini merupakan sub-bab yang memaparkan secara lebih detail mengenai sejauh mana variasi produk dan kompleksitas rantai pasok berpengaruh pada intensitas pertukaran informasi yang terjadi antara *supplier* dengan pemasok (*supplier* tingkat 1). *Supplier* tingkat 1 merupakan suatu agent yang berperan untuk memasok *supplier* dengan beberapa strategi tertentu yang telah ditentukan sebelumnya, yakni *Periodic Supplying*, *Order Supplying*, dan *Periodic+Order Supplying*. *Supplier* tingkat 1 pada simulasi ini merupakan pemasok segala, dan bertugas untuk memasok seluruh kebutuhan untuk setiap *supplier*.

Pada Gambar 5.34, Gambar 5.35, dan Gambar 5.36 merupakan hasil simulasi pertukaran informasi yang terjadi antara *supplier* dan pemasok dengan penerapan strategi pengadaan *Periodic Supplying*. Strategi pengadaan *Periodic Supplying* dilakukan secara mingguan dengan kapasitas masing-masing bahan baku ditentukan berdasarkan data pada Tabel 5.3. Penentuan kapasitas untuk masing-masing bahan baku ditentukan berdasarkan perhitungan kebutuhan *factory* pada UMKM Alifah Collection.

Tabel 5.3 Pengaturan kapasitas untuk masing-masing bahan baku

	<i>Bahan Baku</i>	<i>Kebutuhan per hari (factory)</i>	<i>Kebutuhan per Minggu (factory)</i>
1	Katun	2.101818182	15
2	Drill	0.185454545	1
3	Kain Batik	0.309090909	2
4	Polyester	2.101818182	15
5	Sifon	1.174545455	8
6	Kain Kaos	0.309090909	2
7	Benang	19.47272727	136
8	Kancing	1.416666667	10
9	Resleting	12.36363636	87
10	Aksesoris	12.36363636	87
11	Bet	12.36363636	87

Berbeda pada skenario pertama yang menerapkan strategi pengadaan *Periodic Supplying*, strategi pengadaan *Order Supplying* tidak menerapkan pengaturan kapasitas dalam proses pengadaan yang dilakukan. *Supplier* hanya akan meminta bahan baku kepada pemasok apabila terdapat kebutuhan bahan baku. *Supplier* hanya memiliki persediaan awal sesuai pada Tabel 5.3, selanjutnya proses pengadaan dilakukan secara langsung dengan lama proses pengiriman yang telah ditentukan.



Gambar 5.34 Skenario B, pertukaran informasi antara *supplier* dengan pemasok (*1-Periodic Supplying*)

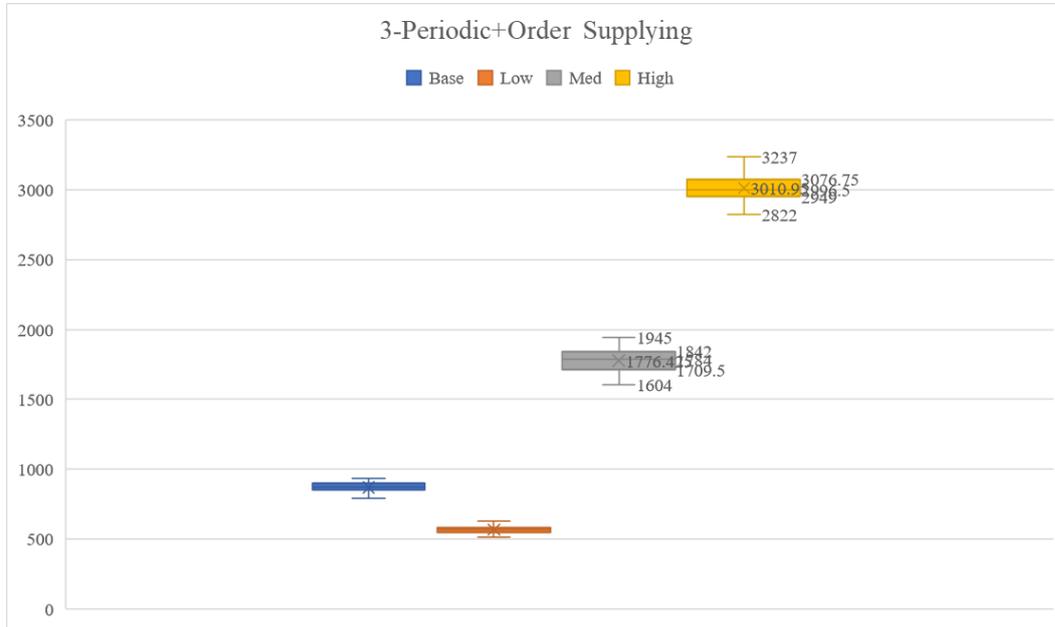
Pada Gambar 5.34 ditunjukkan bahwa terdapat peningkatan pertukaran informasi yang terjadi antara supplier dengan pemasok. *Supplier* akan lebih sering meminta pemasok untuk menyuplai bahan baku yang dibutuhkan oleh *supplier*. Hal tersebut terlihat pada intensitas pertukaran informasi yang terjadi antara *supplier* dengan pemasok dalam skenario *base* dan *low* menunjukkan nilai 1000 hingga 2000 kali. Sedangkan pada skenario *medium* dan *high*, pertukaran informasi yang terjadi berkisar antara 2500 hingga 3000 kali. Peningkatan nilai tersebut dikarenakan pihak *supplier* tidak memiliki persediaan bahan baku dalam hal ini kapasitas bahan baku, sehingga *supplier* akan terus menghubungi pemasok guna memenuhi keseluruhan kebutuhan bahan baku *supplier*.



Gambar 5.35 Skenario B, pertukaran informasi antara *supplier* dengan pemasok (2-Order Supplying)

Selanjutnya pada skenario dengan penerapan strategi pengadaan *Periodic+Order Supplying*, *supplier* dan pemasok akan menjalankan dua strategi secara beriringan. Pemasok akan terus menyuplai *supplier* secara rutin setiap minggunya, namun *supplier* akan menghubungi pemasok dan meminta pengiriman bahan baku secara langsung apabila terdapat beberapa bahan baku yang kurang. Strategi ini dirasa jauh lebih stabil dibandingkan dengan strategi sebelumnya,

dimana *supplier* tetap memiliki pesediaan bahan baku dan dapat meminta bahan baku diluar jadwal apabila terjadi kekurangan bahan baku.



Gambar 5.36 Skenario B, pertukaran informasi antara supplier dengan pemasok (3-Periodic+Order Supplying)

Pada Gambar 5.36, merupakan hasil simulasi yang menunjukkan intensitas pertukaran informasi yang terjadi antara *supplier* dan pemasok dengan menerapkan strategi pengadaan ketiga yakni *Periodic+Order Supplying*. Pada skenario *base* dan *low*, rata-rata pertukaran informasi yang terjadi antara *supplier* dengan pemasok menunjukkan angka 500 hingga 800 kali. Sedangkan pada skenario *medium* dan *high*, nilai tersebut naik dengan rata-rata pertukaran informasi yang terjadi antara 1500 hingga 3000 kali. Dapat diketahui bahwa, hasil yang diperoleh pada Gambar 5.35 tidak jauh berbeda dengan skenario dengan strategi *Periodic Supplying*. Hal tersebut dikarenakan secara umum proses yang terjadi pada strategi *Periodic+Order Supplying* menerapkan pendekatan strategi *Periodic Supplying*, dan hanya akan menerapkan strategi *Order Supplying* apabila terdapat keadaan dimana *supplier* kekurangan bahan baku. Pernyataan tersebut dibuktikan ketika pada skenario *high*, proses pertukaran informasi yang terjadi antara *supplier* dan pemasok meningkat. Peningkatan tersebut dikarenakan apabila derajat variasi produk menjadi *high*, maka kebutuhan *supplier* akan bahan baku juga turut meningkat.

5.3 Analisis Hasil Simulasi Keterkaitan Variasi Produk dan Kompleksitas Rantai Pasok terhadap Tingkat Kebutuhan Teknologi Informasi

Setelah melakukan keseluruhan proses simulasi untuk membuktikan setiap Skenario yang diajukan pada penelitian ini, selanjutnya akan dilakukan tahapan yang bertujuan untuk memaparkan secara lebih jelas mengenai hasil simulasi yang diperoleh. Tahapan ini secara umum dilakukan untuk memperdalam pengetahuan dari proses simulasi dengan menggunakan *agent-based* yang telah dijalankan sebelumnya. Tahapan analisis akan dirangkum berdasarkan masing-masing Skenario untuk menjawab latar belakang dan tujuan penelitian. Kemudian berdasarkan hasil analisis tersebut, akan ditarik benang merah yang nantinya akan dijadikan kesimpulan akhir dan saran dari penelitian.

5.3.1 Analisis hasil keterkaitan variasi produk terhadap kompleksitas rantai pasok

Berdasarkan hasil dari proses simulasi dan pemodelan menggunakan *agent-based* untuk mengetahui keterkaitan antara variasi produk dengan kompleksitas rantai pasok yang telah dilakukan sebelumnya melalui Skenario A, dapat diketahui bahwa keduanya sangatlah berpengaruh satu sama lain. Dengan semakin tingginya derajat peningkatan variasi produk, akan mengakibatkan semakin kompleksnya jaringan rantai pasok yang dimiliki oleh perusahaan. Hal tersebut dikarenakan, dengan semakin bervariasinya jenis produk yang dimiliki oleh perusahaan, maka akan berimbas pada semakin rumitnya bahan baku yang dibutuhkan untuk menyusun produk tersebut.

Bahan baku sangat berkaitan erat dengan *supplier*, yang mana semakin tinggi kebutuhan bahan baku, maka semakin tinggi pengaruh *supplier* dalam proses bisnis perusahaan. Hal tersebut dibuktikan dengan tingginya pertukaran informasi yang terjadi antara *factory* dengan *supplier* apabila variasi produk yang ditawarkan juga semakin tinggi. Selain itu, pertukaran informasi tersebut juga akan berimbas pada panjangnya waktu tunggu *factory* hingga seluruh bahan baku yang dibutuhkan terpenuhi oleh *supplier*. Pernyataan tersebut didukung dengan hasil skenario yang dilakukan sebelumnya, bahwa dengan semakin tingginya variasi produk juga akan

berimbas pada waktu pemenuhan permintaan bahan baku oleh *supplier*. Namun, tidak hanya variasi produk saja yang berperan penting dalam meningkatkan intensitas pertukaran informasi yang terjadi antara *factory* dengan *supplier*. Terdapat beberapa faktor lain yang berpengaruh yakni kapasitas bahan baku *supplier* dan strategi pengadaan *supplier*. Pengaruh dari kedua faktor tersebut dibuktikan dengan adanya hasil skenario sebelumnya yang menunjukkan bahwa perubahan strategi pengadaan dan kapasitas bahan baku *supplier* akan sangat berpengaruh pada intensitas pertukaran informasi yang dilakukan antara *factory* dengan *supplier*.

Selain dilihat dari sisi *supplier*, pada hasil skenario yang dilakukan, peningkatan derajat variasi produk juga memberikan dampak yang sangat besar terhadap hubungan antara pelanggan dengan *factory*. Dengan meningkatkan derajat variasi produk yang dimiliki oleh perusahaan, justru akan menurunkan tingkat loyalitas antara pelanggan dan *factory*. Hal tersebut dikarenakan, dengan semakin tingginya variasi produk, maka bahan baku yang dibutuhkan oleh *factory* juga semakin kompleks. Sedangkan, seluruh bahan baku tersebut sangatlah bergantung pada ketersediaan bahan baku dan kapasitas bahan baku yang dimiliki oleh *supplier*. Apabila keseluruhan bahan baku yang dibutuhkan oleh *factory* tidak tersedia, maka *factory* akan membutuhkan waktu lebih lama untuk memenuhi permintaan pesanan pelanggan.

Ketersediaan bahan baku dan kapasitas *supplier* sangatlah penting untuk diperhitungkan oleh *factory* dalam menargetkan terselesaikannya permintaan pesanan pelanggan. Semakin rendah kapasitas yang dimiliki oleh *supplier*, *supplier* akan semakin lama dalam menyediakan kebutuhan bahan baku *factory*. Selain itu, waktu pengadaan bahan baku kembali juga akan sangat berpengaruh di dalamnya, yang mana semakin lama waktu pengadaan, maka semakin lama pula waktu mulai produksi bagi *factory*. Oleh karena itu, sangat penting bagi *factory* untuk mempertimbangkan keseluruhan faktor-faktor tersebut demi kelancaran proses bisnis yang sedang berjalan saat ini.

Variasi produk, ketersediaan bahan baku, strategi pengadaan *supplier* sangatlah berpengaruh besar pada setiap proses bisnis *factory* terutama dalam segi

waktu. Semakin tinggi variasi produk, maka akan berimbas pada semakin rumitnya bahan baku yang dibutuhkan oleh *factory* dalam proses produksi. Semakin lama waktu yang dibutuhkan oleh *supplier* untuk memenuhi kebutuhan bahan baku *factory*, maka semakin lama pula waktu yang dibutuhkan oleh *factory* untuk memulisi waktu produksi. Semakin lama waktu yang dibutuhkan oleh *factory* dalam proses produksi, akan berakibat pada waktu penyelesaian permintaan pesanan pelanggan. Semakin lama waktu penyelesaian permintaan pelanggan, akan berdampak pada menurunnya tingkat loyalitas pelanggan terhadap *factory*.

Pelanggan baru akan cenderung untuk tidak melakukan pesanan apabila antrian yang ada pada *factory* terlalu panjang. Sedangkan untuk pelanggan lama, pelanggan lama tidak akan dapat melakukan pesanan kembali apabila pesanan yang saat ini dilakukan tak kunjung selesai. Begitu pula hal tersebut juga berdampak pada *factory*, *factory* tidak dapat menerima pesanan lebih banyak lagi apabila masih disibukkan dengan proses pemenuhan bahan baku pada *supplier* yang tak kunjung tersedia.

Selain itu, salah satu faktor penting yang terkadang sering diabaikan oleh *factory* yakni sisa persediaan bahan baku yang akan semakin menumpuk seiring dengan intensitas pertukaran informasi antara *factory* dengan pelanggan dan peningkatan variasi produk. Sangatlah penting bagi *factory* untuk dapat mengelola dan memutar sisa persediaan bahan baku tersebut dalam proses bisnisnya. Meskipun *factory* memiliki sangat banyak pelanggan, *factory* juga perlu untuk dapat meminimalkan sisa persediaan bahan baku yang dimiliki oleh *factory*. Hal tersebut dikarenakan, apabila sisa persediaan bahan baku tersebut terus menumpuk tanpa dimanfaatkan, justru akan memberikan dampak kerugian kepada *factory*. Oleh karena itu, dengan adanya teknologi informasi, diharapkan dapat membantu *factory* dalam mengelola dan memanfaatkan sisa persediaan bahan baku yang dimiliki oleh *factory*.

5.3.2 Analisis hasil keterkaitan kompleksitas rantai pasok terhadap tingkat kebutuhan teknologi informasi

Berdasarkan hasil dari proses simulasi dan pemodelan menggunakan *agent-based* untuk mengetahui keterkaitan antara kompleksitas rantai pasok dan tingkat kebutuhan teknologi informasi yang telah dilakukan sebelumnya melalui Skenario B, dapat diketahui bahwa keduanya berjalan beriringan mengisi satu sama lain. Dengan semakin tingginya tingkat kompleksitas rantai pasok, maka hal tersebut juga akan berpengaruh pada semakin tingginya tingkat kebutuhan teknologi informasi bagi perusahaan. Hal tersebut disebabkan karena kompleksitas rantai pasok erat hubungannya dengan semakin banyaknya jumlah *tiers* yang terlibat pada jaringan rantai pasok. Semakin banyaknya jumlah *tiers* yang terlibat, intensitas dari proses koordinasi dan kolaborasi juga semakin tinggi.

Proses koordinasi dan kolaborasi tersebut dibuktikan dengan adanya pertukaran informasi yang terjadi antar komponen yang terus meningkat seiring dengan semakin banyaknya jumlah *tiers* yang terlibat. Pertukaran informasi itulah yang menentukan sejauh mana teknologi informasi diperlukan bagi keberlangsungan bisnis perusahaan. Hal tersebut dibuktikan pada skenario sebelumnya, bahwa semakin banyak jumlah *supplier* yang terlibat dalam rantai pasok akan berimbas pada semakin tingginya pertukaran informasi yang terjadi antar komponen terutama antara *factory* dengan masing-masing *supplier*.

Tingginya variasi produk, panjangnya *supplier* yang terlibat merupakan beberapa faktor utama yang mengakibatkan rantai pasok semakin kompleks. Semakin kompleks jaringan rantai pasok akan selaras dengan semakin tingginya intensitas pertukaran informasi yang terjadi, terutama dengan masing-masing komponen rantai pasok. Dengan mengetahui intensitas pertukaran informasi yang terjadi, *factory* dapat menentukan sejauh mana teknologi informasi dibutuhkan dalam membantu *factory* menjalankan proses bisnisnya.

Intnsitas tingginya pertukaran informasi tersebut tidak hanya terjadi antara *factory* dengan *supplier*, ataupun pelanggan dengan *factory*, melainkan juga terjadi pada rantai pasok paling hulu yakni antara *supplier* dengan *supplier* tingkat 1. Seperti yang telah dipaparkan pada sub-bab sebelumnya, bahwa *supplier* tingkat 1 bertugas untuk memasok bahan baku kepada *supplier* dengan beberapa strategi

tertentu. Strategi tersebut terdiri atas tiga karakteristik yakni *Periodic Supplying*, *Order Supplying*, dan *Periodic+Order Supplying*.

Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan dengan menerapkan masing-masing strategi tersebut, diperoleh bahwa setiap strategi menunjukkan pola yang sama yakni meningkat seiring dengan tingginya derajat variasi produk yang dimiliki oleh *factory*. Tingginya variasi produk tersebut akan berimbas pada sejauh mana *supplier* tingkat 1 akan memasok bahan baku kepada *supplier*. *Supplier* akan melihat pola pengadaan bahan baku sesuai dengan kebutuhan pelanggannya yakni *factory*. Semakin tinggi variasi produk yang ditawarkan oleh *factory*, akan berpengaruh pada kompleksnya bahan baku yang harus dipasok oleh *supplier* kepada *factory*. Semakin tinggi kebutuhan akan bahan baku tersebut juga akan berpengaruh pada intensitas pertukaran informasi yang terjadi antara *supplier* dengan *supplier* tingkat 1. Oleh karena itu dapat ditarik kesimpulan bahwa, derajat peningkatan variasi produk akan berpengaruh pada tingginya kompleksitas rantai pasok dan intensitas pertukaran informasi antar komponen dari hulu ke hilir.

5.3.3 Analisis hasil keterkaitan variasi produk, kompleksitas rantai pasok, dan tingkat kebutuhan teknologi informasi

Berdasarkan hasil analisis pengaruh variasi produk terhadap kompleksitas rantai pasok, dan keterkaitan kompleksitas rantai pasok dengan tingkat kebutuhan teknologi informasi, dapat ditarik benang merah bahwa seluruh aspek didalamnya saling berkaitan satu sama lain. Variasi produk telah dibuktikan dapat meningkatkan kompleksitas rantai pasok, dan keduanya akan berpengaruh pada tingkat kebutuhan informasi. Hal tersebut dibuktikan dengan tingginya intensitas pertukaran informasi dari hulu ke hilir, yang mana hal tersebut diakibatkan dari adanya peningkatan variasi produk dan kompleksitas rantai pasok.

Variasi produk akan meningkatkan kompleksitas bahan baku penyusun produk jadi, yang mana peningkatan kompleksitas bahan baku tersebut juga akan berimbas pada peningkatan kompleksitas jaringan rantai pasok. Semakin banyak kebutuhan bahan baku penyusun produk jadi, maka semakin banyak komponen yang terlibat dalam sistem rantai pasok. Setiap komponen akan selalu berinteraksi,

berkoordinasi dan berkolaborasi untuk menciptakan suatu jaringan rantai pasok yang utuh. Oleh karena itu, teknologi informasi disini berperan sebagai penyedia infrastruktur dan layanan yang memungkinkan keseluruhan informasi dapat saling dipertukarkan antar komponen jaringan rantai pasok secara lebih efektif dan efisien. Dengan mengetahui sejauh mana intensitas pertukaran informasi yang terjadi antar komponen pada jaringan rantai pasok, perusahaan dapat menentukan sejauh mana teknologi informasi diperlukan dalam menyokong keberlangsungan proses bisnisnya.

Beberapa hal yang dapat mempengaruhi fluktuasi intensitas pertukaran informasi tersebut juga harus diperhitungkan, seperti kondisi bisnis, variasi produk, dan *supplier*. Perusahaan harus memperhitungkan kondisi bisnis yang selama ini berlangsung, seperti sistem dalam melayani permintaan pesanan, perencanaan pengadaan bahan baku, ataupun proses produksi. Selanjutnya adalah variasi produk, variasi produk berperan sangat penting pada tinggi rendahnya tingkat kompleksitas rantai pasok yang harus dihadapi oleh perusahaan. Semakin tinggi tingkat variasi produk, akan berimbas pada semakin tingginya kompleksitas rantai pasok yang harus dihadapi oleh perusahaan. Kemudian faktor terakhir, adalah faktor *supplier*, *supplier* berpengaruh sangat krusial bagi keberlangsungan bisnis suatu perusahaan. Pada beberapa kondisi bisnis, keberlangsungan proses bisnis perusahaan akan sangat bergantung pada kondisi *supplier*. Ketersediaan barang, kapasitas *supplier*, strategi pengadaan *supplier* tentu menjadi bahan pertimbangan utama bagi perusahaan dalam menjalankan proses bisnisnya. Keseluruhan faktor tersebut bagaikan suatu mata rantai yang tak terpisahkan, dimana akan saling mempengaruhi satu sama lain. Oleh karena itu, teknologi informasi dipilih sebagai solusi yang menawarkan kemudahan bagi perusahaan dalam mencapai kesuksesan integrasi rantai pasoknya.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk memahami lebih dalam mengenai sejauh mana variasi produk dan kompleksitas rantai pasok berpengaruh terhadap tingkat kebutuhan informasi. Dimana secara lebih detail penelitian ini berfokus pada intensitas pertukaran informasi yang terjadi antar komponen di dalam rantai pasok guna menentukan tingkat kebutuhan informasi bagi perusahaan dengan kondisi bisnis tertentu. Dengan menerapkan metode simulasi dan pemodelan *agent-based* diharapkan dapat menjawab setiap latar belakang yang ada pada penelitian ini. Oleh karena itu, sehubungan dengan permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini, pada Bab berikut akan dijelaskan rangkuman keseluruhan hasil dan kesimpulan dari penulisan penelitian ini. Selain itu, pada Bab ini akan dipaparkan beberapa saran beserta permasalahan yang dihadapi selama proses pengerjaan penelitian guna menyempurnakan dan perbaikan untuk penelitian yang akan datang.

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari setiap proses pengerjaan penelitian ini akan dirangkum dan disajikan menjadi beberapa pokok hasil penelitian, yakni sebagai berikut:

1. Peningkatan variasi produk memberikan dampak secara langsung terhadap tingkat kompleksitas rantai pasok. Pernyataan tersebut didasari atas semakin tingginya variasi produk, maka akan berakibat pada semakin kompleksnya jenis bahan baku yang dibutuhkan untuk menyusun produk jadi. Dengan semakin tingginya kebutuhan akan bahan baku, maka akan berimbas pada semakin banyaknya *supplier* yang terlibat dalam rantai pasok. Semakin banyaknya jumlah *supplier* yang terlibat, akan berimbas pada semakin panjangnya *tiers* rantai pasok dari hulu ke hilir rantai pasok secara horizontal. Panjang *tiers* rantai pasok akan berakibat pada semakin kompleksnya jaringan rantai pasok perusahaan.

2. Terdapat keterkaitan erat antara kompleksitas rantai pasok dengan tingkat kebutuhan teknologi informasi. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa kompleksitas rantai pasok identik dengan jumlah komponen yang terlibat dalam jaringan rantai pasok. Semakin banyaknya jumlah komponen yang terlibat, maka intensitas dalam proses koordinasi dan kolaborasi juga semakin tinggi. Proses koordinasi dan kolaborasi dikaitkan dengan semakin derasnya arus pertukaran informasi yang terjadi antar komponen. Pertukaran informasi tersebut yang menentukan sejauh mana teknologi informasi dibutuhkan bagi proses bisnis perusahaan.
3. Variasi produk, kompleksitas rantai pasok, dan tingkat kebutuhan teknologi informasi saling berpengaruh satu sama lain. Variasi produk akan berpengaruh pada kompleksitas rantai pasok, dan keduanya akan berpengaruh pada tingkat kebutuhan teknologi informasi. Tingginya intensitas pertukaran informasi dari hulu ke hilir rantai pasok, merupakan bukti bahwa variasi produk dan kompleksitas rantai pasok berpengaruh pada tingkat kebutuhan teknologi informasi.
4. Terdapat kesinambungan antara peningkatan variasi produk terhadap loyalitas pelanggan. Dengan meningkatkan variasi produk perusahaan, diperoleh fakta bahwa hal tersebut tidak selamanya akan memberikan keuntungan bagi perusahaan. Dengan semakin tingginya variasi produk maka perusahaan akan membutuhkan waktu yang lebih lama untuk memenuhi keseluruhan kebutuhan baku produksi. Semakin lama proses pemenuhan bahan baku tersebut, maka perusahaan akan membutuhkan waktu lebih lama untuk memenuhi permintaan pesanan pelanggan. Semakin lama proses pelayanan, akan mengakibatkan berkurangnya jumlah pelanggan baru dan menurunkan loyalitas dari pelanggan lama.
5. Terdapat banyak faktor yang dapat berpengaruh pada tingkat kebutuhan teknologi informasi dalam rantai pasok. Faktor-faktor tersebut dibagi atas faktor internal dan eksternal. Faktor internal meliputi kondisi bisnis perusahaan dan variasi produk. Sedangkan faktor eksternal meliputi *supplier* yang terlibat dalam rantai pasok.

6.2 Saran

Dalam pengerjaan penelitian ini, terdapat beberapa hal yang dirasa masing terdapat banyak kekurangan didalamnya dan masing perlu untuk terus diperbaiki kembali. Beberapa kekurangan tersebut dapat dijadikan sebagai potensi rujukan perbaikan untuk penelitian yang jauh lebih baik lagi kedepannya. Berikut merupakan beberapa saran dari penulis yang dapat dijadikan referensi untuk pengembangan penelitian yang jauh lebih baik lagi:

1. Pada penelitian ini, analisis keterkaitan variasi produk dan kompleksitas rantai pasok terhadap tingkat kebutuhan teknologi informasi dengan menggunakan pemodelan dan simulasi *agent-based* hanya diimplementasikan pada kondisi bisnis bertipe *make-to-order* (MTO) sebagai *base model* penelitian, untuk penelitian kedepannya dapat dikembangkan lagi untuk beberapa kondisi bisnis lain seperti *make-to-stock* (MTS), *assembly-to-order* (ATO), ataupun *engineer-to-order* (ETO). Sehingga, dapat diketahui perbandingan pengaruh variasi produk dan kompleksitas rantai pasok terhadap tingkat kebutuhan teknologi informasi dengan penerapan metode *agent-based modelling and simulation* pada beberapa kondisi bisnis.
2. Pada penelitian ini, pengembangan pemodelan dan simulasi *agent-based* yang dibangun masih jauh dari kata fleksibel. Untuk penelitian kedepannya, dapat dirancang suatu pemodelan dan simulasi *agent-based* yang lebih fleksibel dalam menganalisis keterkaitan variasi produk dan kompleksitas rantai pasok terhadap tingkat kebutuhan teknologi informasi secara lebih menyeluruh.
3. Dari segi skenario pemodelan dalam hal ini adalah *Behaviour Space* pada program NetLogo, pada penelitian ini hanya meliputi dua skenario dengan masing-masing adanya tingkatan skenario parameter dan struktur di dalamnya. Dimana eksperimen yang dilakukan hanya terbatas pada pembuktian Skenario penelitian saja dan masing dilakukan secara terpisah. Meskipun telah dapat membuktikan Skenario penelitian mengenai

keterkaitan variasi produk dan kompleksitas rantai pasok, analisis lebih jauh untuk setiap parameter dan variabel dalam model simulasi yang dibangun dirasa masih kurang. Masih banyak beberapa skenario serta variabel yang dapat digali lebih jauh untuk mengetahui sejauh mana variasi produk dan kompleksitas rantai pasok berpengaruh pada tingkat kebutuhan teknologi informasi.

4. Pemodelan dan simulasi menggunakan *agent-based* yang dilakukan penelitian ini hanya terbatas untuk membuktikan sejauh mana pengaruh variasi produk dan kompleksitas rantai pasok terhadap tingkat kebutuhan teknologi informasi. Hasil keluaran yang diperoleh pada penelitian ini masih berupa rujukan bagi perusahaan sejauh mana variasi produk dan kompleksitas rantai pasok berpengaruh pada tingkat kebutuhan teknologi informasi perusahaan tanpa memberikan rincian lebih jauh mengenai jenis teknologi informasi yang sekiranya sesuai bagi kondisi bisnis perusahaan. Pada penelitian selanjutnya, kekurangan ini dapat diatasi dengan adanya beberapa tambahan berupa perencanaan implementasi teknologi informasi perusahaan, yang meliputi jenis teknologi yang dapat diterapkan, kesesuaian biaya, ataupun perencanaan perubahan proses bisnis. Dengan adanya tambahan analisis tersebut, maka akan menghasilkan nilai yang jauh lebih baik atas hasil keluaran yang diperoleh.
5. Pada penelitian ini, proses pemodelan dan simulasi menggunakan *agent-based* hanya meliputi pertukaran informasi dan proses bisnis secara eksternal yakni berdasarkan komponen utama dalam rantai pasok. Pada penelitian kedepannya, perspektif dari segi internal perusahaan juga sangat perlu untuk diperhitungkan. Pertukaran informasi secara internal dapat lebih ditonjolkan untuk menyempurnakan bagian-bagian dari penelitian ini yang masih sangat kurang dari sempurna, sehingga dapat lebih merepresentasikan sistem pada dunia nyata.
6. Proses pemodelan dan simulasi menggunakan *agent-based* pada penelitian ini menitik beratkan pada sudut pandang perusahaan. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan penambahan sudut pandang lebih detail

pada *agent* lain yang terlibat dalam sistem. Seperti pada sudut pandang pelanggan, dimana setiap pelanggan memiliki berbagai macam karakteristik unik yang dapat terpengaruh oleh perubahan *trend* ataupun daya minat pembelian masyarakat juga perlu untuk diperhitungkan.

7. Saran yang terakhir, penelitian ini masih jauh dari kata sempurna. Masih banyak hal yang perlu banyak diperbaiki untuk penelitiannya, baik dari segi analisis ataupun model yang dibangun. Untuk penelitian kedepannya dapat dilakukan dengan cara mengoptimasi model *agent-based modelling and simulation* yang telah dibangun saat ini, baik dari segi logika sistem, *code*, ataupun variabel-variabel yang ada di dalamnya. Selain itu, dapat juga dilakukan dengan cara mengatasi beberapa permasalahan yang ada saat ini berdasarkan beberapa kekurangan yang telah dipaparkan sebelumnya.

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Aitken, J., Bozarth, C. and Garn, W. (2016) 'To eliminate or absorb supply chain complexity: a conceptual model and case study', *Supply Chain Management: An International Journal*, 21(6), pp. 759–774. doi: 10.1108/SCM-02-2016-0044.
- Arvitrida, N. I. *et al.* (2015) 'An agent-based model of competition and collaboration in supply chains', in *Proceedings of the Loughborough School of Business and Economics (SBE) Doctoral Conference (SBEDC 2015)*. Available at: <https://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/handle/2134/19869>.
- Auramo, J., Kauremaa, J. and Tanskanen, K. (2005) 'Benefits of IT in supply chain management: an explorative study of progressive companies', *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 35(2), pp. 82–100. doi: 10.1108/09600030510590282.
- Bednar, S. and Modrak, J. (2016) 'Product variety management as a tool for successful mass customized product structure', 12(January). Available at: <https://www.researchgate.net/publication/289117595>.
- Blome, C., Schoenherr, T. and Eckstein, D. (2014) 'The impact of knowledge transfer and complexity on supply chain flexibility: A knowledge-based view', *International Journal of Production Economics*. Elsevier, 147(PART B), pp. 307–316. doi: 10.1016/j.ijpe.2013.02.028.
- Bode, C. and Wagner, S. M. (2015) 'Structural drivers of upstream supply chain complexity and the frequency of supply chain disruptions', *Journal of Operations Management*. Elsevier B.V., 36, pp. 215–228. doi: 10.1016/j.jom.2014.12.004.
- Cheng, C.-Y., Chen, T.-L. and Chen, Y.-Y. (2014) 'An analysis of the structural complexity of supply chain networks', *Applied Mathematical Modelling*. Elsevier Inc., 38(9–10), pp. 2328–2344. doi: 10.1016/j.apm.2013.10.016.
- Choi, T. Y. and Hong, Y. (2002) 'Unveiling the structure of supply networks : case studies in Honda ', *Journal of Operations Management*, 20, pp. 469–493. doi: 10.1016/S0272-6963(02)00025-6.
- Cole, R. E. (2010) *Toyota's Hyper Growth and Complexity Trap*, *Harvard Business Review*. Available at: <https://hbr.org/2010/02/toyota-the-downside-of-hyper-g>.
- Cooper, M. C. and Ellram, L. M. (1993) 'Characteristics of Supply Chain Management and the Implications for Purchasing and Logistics Strategy', *International Journal of Logistics Management*, 4(2), pp. 13–24. doi: 10.1108/09574099310804957.
- Cooper, M., Lambert, D. and JD (1997) 'Supply chain management: more than a

- new name for logistics’, *The International Journal of Logistics Management*, 8(1), pp. 1–14. doi: 10.1108/09574099710805556.
- van Donk, D. P. and van der Vaart, T. (2004) ‘Business conditions, shared resources and integrative practices in the supply chain’, *Journal of Purchasing and Supply Management*, 10(3), pp. 107–116. doi: 10.1016/j.pursup.2004.09.002.
- Dorigatti, M. *et al.* (2016) ‘A service-oriented framework for agent-based simulations of collaborative supply chains’, *Computers in Industry*. Elsevier B.V., 83, pp. 92–107. doi: 10.1016/j.compind.2016.09.005.
- ElMaraghy, H. *et al.* (2009) ‘Managing variations in products, processes and manufacturing systems’, *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 58(1), pp. 441–446. doi: 10.1016/j.cirp.2009.04.001.
- ElMaraghy, H. *et al.* (2013) ‘Product variety management’, *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 62(2), pp. 629–652. doi: 10.1016/j.cirp.2013.05.007.
- ElMaraghy, W. *et al.* (2012) ‘Complexity in engineering design and manufacturing’, *CIRP Annals - Manufacturing Technology*. CIRP, 61(2), pp. 793–814. doi: 10.1016/j.cirp.2012.05.001.
- Ford, S. and Tarditi, F. R. (2017) ‘The Benefits of Taking a Slower Approach to Innovation’, *Harvard Business Review*, June. Available at: <https://hbr.org/2017/06/the-benefits-of-taking-a-slower-approach-to-innovation>.
- Fuchs, C. and Otto, A. (2015) ‘Value of IT in supply chain planning’, *Journal of Enterprise Information Management*, 28(1), pp. 77–92. doi: 10.1108/JEIM-07-2013-0053.
- Gimenez, C., Van Der Vaart, T. and Van Donk, D. P. (2012) ‘Supply chain integration and performance: the moderating effect of supply complexity’, *International Journal of Operations & Production Management*, 32(5), pp. 583–610. doi: 10.1108/01443571211226506.
- Hagel III, J. and Brown, J. S. (2017) ‘Great Businesses Scale Their Learning , Not Just Their Operations’, *Harvard Business Review*, June. Available at: <https://hbr.org/2017/06/great-businesses-scale-their-learning-not-just-their-operations>.
- Inman, R. R. and Blumenfeld, D. E. (2014) ‘Product complexity and supply chain design’, *International Journal of Production Research*, 52(7), pp. 1956–1969. doi: 10.1080/00207543.2013.787495.
- Kaliani Sundram, V. P., Chandran, V. and Awais Bhatti, M. (2016) ‘Supply chain practices and performance: the indirect effects of supply chain integration’, *Benchmarking: An International Journal*, 23(6), pp. 1445–1471. doi:

10.1108/BIJ-03-2015-0023.

- Kumar, R., K. Singh, R. and Shankar, R. (2014) 'Strategy development by Indian SMEs for improving coordination in supply chain', *Competitiveness Review*, 24(5), pp. 414–432. doi: 10.1108/CR-06-2012-0016.
- Kumar, R. and Kumar Singh, R. (2017) 'Coordination and responsiveness issues in SME supply chains: a review', *Benchmarking: An International Journal*, 24(3), pp. 635–650. doi: 10.1108/BIJ-03-2016-0041.
- Lambert, D. M., Cooper, M. C. and Pagh, J. D. (1998) 'Supply Chain Management: implementation issues and research opportunities', *International journal of logistics management*, 9(2), pp. 1–19. doi: 10.1108/09574099810805807.
- Law, A. M. and Kelton, D. W. (1991) *Simulation modeling and analysis*, McGrawHill New York L'Ecuyer P Giroux N Glynn PW. New York: McGraw-Hill Inc. doi: 10.1145/1667072.1667074.
- de Leeuw, S., Grotenhuis, R. and van Goor, A. R. (2013) 'Assessing complexity of supply chains: evidence from wholesalers', *International Journal of Operations & Production Management*, 33(8), pp. 960–980. doi: 10.1108/IJOPM-07-2012-0258.
- Lewe, J. (2017) *Project Agent, Aerospace Systems Design Laboratory*. Available at: <http://www.asdl.gatech.edu/INIT:AGENT.html> (Accessed: 1 January 2017).
- Long, Q. (2016) 'A multi-methodological collaborative simulation for inter-organizational supply chain networks', *Knowledge-Based Systems*. Elsevier B.V., 96, pp. 84–95. doi: 10.1016/j.knosys.2015.12.026.
- Macal, C. M. and North, M. J. (2014) 'Introductory Tutorial: Agent-Based Modeling and Simulation', in *Proceedings of the 2014 Winter Simulation Conference*, pp. 66–80.
- Mentzer, J. T. et al. (2001) 'Defining Supply Chain Management', *Journal of Business Logistics*, 22(2), pp. 1–25. doi: 10.1002/j.2158-1592.2001.tb00001.x.
- Motiwalla, L. F. and Thompson, J. (2012) *Enterprise Systems for Management*. Internatio. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- North, M. J. and M, M. C. (2007) *Managing Business Complexity: Discovering Strategic Solutions with Agent-Based Modeling and Simulation*. Madison Avenue, New York: Oxford University Press, Inc.
- Prajogo, D. and Olhager, J. (2012) 'Supply chain integration and performance: The effects of long-term relationships, information technology and sharing, and logistics integration', *International Journal of Production Economics*. Elsevier, 135(1), pp. 514–522. doi: 10.1016/j.ijpe.2011.09.001.

- Qrunfleh, S. and Tarafdar, M. (2014) 'Supply chain information systems strategy: Impacts on supply chain performance and firm performance', *International Journal of Production Economics*. Elsevier, 147(PART B), pp. 340–350. doi: 10.1016/j.ijpe.2012.09.018.
- Railsback, S. F. and Grimm, V. (2012) *Agent-based and individual-based modeling*. United Kingdom: Princeton University Press. Available at: <http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=tSI2DkMtoWQC&oi=fnd&pg=PP2&dq=Agent-based+and+individual-based+modeling:+a+practical+introduction&ots=dQ0UVB2JRG&sig=VAy7WKbxfOd9EpGG2Xsj6o9At0U>.
- Robinson, S. (2008) 'Conceptual modelling for simulation Part I: definition and requirements', *Journal of Operational Society*, 59, pp. 278–290. doi: 10.1057/palgrave.jors.2602368.
- Robinson, S. (2008) 'Conceptual modelling for simulation PartI: definition and requirements', *Journal of the Operational Research Society*, 59, pp. 278–290. doi: 10.1057/palgrave.jors.2602368.
- Roh, J., Hong, P. and Min, H. (2014) 'Implementation of a responsive supply chain strategy in global complexity: The case of manufacturing firms', *International Journal of Production Economics*. Elsevier, 147(PART B), pp. 198–210. doi: 10.1016/j.ijpe.2013.04.013.
- Ross, J. W. and Mocker, M. (2017) 'The Problem with Product Proliferation', *Harvard Business Review*, pp. 104–110. Available at: https://hbr.org/2017/05/the-problem-with-product-proliferation?utm_campaign=hbr&utm_source=twitter&utm_medium=social.
- Schilling, M. (2017) 'What's Your Best Innovation Bet?', *Harvard Business Review*. Available at: <https://hbr.org/2017/07/whats-your-best-innovation-bet>.
- Shou, Y. *et al.* (2017) 'The Impact of Product Complexity and Variety on Supply Chain Integration', *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 47(4). doi: <http://dx.doi.org/10.1108/IJPDLM-03-2016-0080>.
- Sivadasan, S. *et al.* (2002) 'An information-theoretic methodology for measuring the operational complexity of supplier-customer systems', *International Journal of Operations & Production Management*, 22(1), pp. 80–102. doi: 10.1108/01443570210412088.
- Sivadasan, S. *et al.* (2006) 'Advances on measuring the operational complexity of supplier-customer systems', *European Journal of Operational Research*, 171(1), pp. 208–226. doi: 10.1016/j.ejor.2004.08.032.
- Sivadasan, S. *et al.* (2010) 'Operational complexity and supplier–customer

- integration: case study insights and complexity rebound', *Journal of the Operational Research Society*. Palgrave Macmillan, 61(12), pp. 1709–1718. doi: 10.1057/jors.2009.138.
- Sivadasan, S. *et al.* (2013) 'Reducing schedule instability by identifying and omitting complexity-adding information flows at the supplier-customer interface', *International Journal of Production Economics*. Elsevier, 145(1), pp. 253–262. doi: 10.1016/j.ijpe.2013.04.043.
- Suryani, E. (2006) *Pemodelan dan Simulasi*. Graha Ilmu.
- Um, J. *et al.* (2017) 'Product variety management and supply chain performance: A capability perspective on their relationships and competitiveness implications', *International Journal of Production Economics*. Elsevier, 187(June 2016), pp. 15–26. doi: 10.1016/j.ijpe.2017.02.005.
- van der Vaart, T. *et al.* (2012) *Modelling the integration-performance relationship*, *International Journal of Operations & Production Management*. doi: 10.1108/01443571211265693.
- van der Vaart, T. and van Donk, D. P. (2004) 'Buyer focus: Evaluation of a new concept for supply chain integration', *International Journal of Production Economics*, 92(1), pp. 21–30. doi: 10.1016/j.ijpe.2003.10.002.
- Vaart, T. Van Der and Donk, D. P. Van (2006) 'Buyer-focused operations as a supply chain strategy: Identifying the influence of business characteristics', *International Journal of Operations & Production Management*, 26(1), pp. 8–23. doi: 10.1108/01443570610636996.
- Vanpoucke, E., Vereecke, A. and Muylle, S. (2017) 'Leveraging the impact of supply chain integration through information technology', *International Journal of Operations & Production Management*, 37(4), pp. 510–530. doi: 10.1108/IJOPM-07-2015-0441.
- Wagner, B. and Weidner, S. (2016a) *Module SAP: Materials Management (MM)*.
- Wagner, B. and Weidner, S. (2016b) *Module SAP: Sales and Distribution (SD)*.
- Wagner, B., Weidner, S. and Boldau, M. (2016) *Module SAP: Controlling (CO)*.
- Wan, X., Evers, P. T. and Dresner, M. E. (2012) 'Too much of a good thing: The impact of product variety on operations and sales performance', *Journal of Operations Management*. Elsevier B.V., 30(4), pp. 316–324. doi: 10.1016/j.jom.2011.12.002.
- Wan, X. and Sanders, N. R. (2017) 'The negative impact of product variety: Forecast bias, inventory levels, and the role of vertical integration', *International Journal of Production Economics*. Elsevier, 186(December 2016), pp. 123–131. doi: 10.1016/j.ijpe.2017.02.002.
- Welker, G. A., van der Vaart, T. and Pieter van Donk, D. (2008) 'The influence of

business conditions on supply chain information-sharing mechanisms: A study among supply chain links of SMEs', *International Journal of Production Economics*, 113(2), pp. 706–720. doi: 10.1016/j.ijpe.2007.04.016.

Zhang, X., Pieter van Donk, D. and van der Vaart, T. (2011) 'Does ICT influence supply chain management and performance?', *International Journal of Operations & Production Management*, 31(11), pp. 1215–1247. doi: 10.1108/01443571111178501.

Zhou, H. *et al.* (2014) 'Supply chain practice and information quality: A supply chain strategy study', *International Journal of Production Economics*. Elsevier, 147(PART C), pp. 624–633. doi: 10.1016/j.ijpe.2013.08.025.

LAMPIRAN A KODE PROGRAM

D.1 Global Variable

Berikut merupakan kode program untuk mendefinisikan *global variable* yang akan diterapkan pada simulasi dan pemodelan *agent-based* menggunakan bahasa pemrograman aplikasi Netlogo. Kode program meliputi pendefinisian masing-masing variabel serta *agent* yang terlibat di dalam sistem.

```
globals
[
  data_pemesanan
  data_tenggang_waktu
  validation_pemesanan
  validation_tenggang_waktu
  strategy
]

breed [Suppliers supplier]
breed [Suppliers_Pucang supplier_pucang]
breed [Suppliers_Pabean supplier_pabean]
breed [Suppliers_Pasar_Atom supplier_pasar_atom]
breed [Suppliers_DTC supplier_dtc]
breed [Suppliers_Kapasan supplier_kapasan]
breed [Suppliers_Nginden supplier_nginden]
breed [Factories factory]
breed [Customers customer]

Suppliers-own [
  transaction
  supply_rate
  next_day
]

Suppliers_Pucang-own [
  katun
  drill
  kain_batik
  fast_order
  transaction
  next_day
]
```

Kode Program A.1 Pengaturan terhadap go procedur di dalam sistem (1)

```

Suppliers_Pabean-own [
  polyester
  fast_order
  transaction
  next_day
]

Suppliers_Pasar_Atom-own [
  sifon
  fast_order
  transaction
  next_day
]

Suppliers_DTC-own [
  kain_kaos
  fast_order
  transaction
  next_day
]

Suppliers_Kapasan-own [
  benang
  kancing
  resleting
  aksesoris
  fast_order
  transaction
  next_day
]

Suppliers_Nginden-own [
  bet
  fast_order
  transaction
  next_day
]

Factories-own [
  orders
  transaction
  next_day
]

Customers-own [
  transaction
  orders
  completions
  materials
  avg_order
  avg_complete
]

```

Kode Program A.2 Pengaturan terhadap go procedur di dalam sistem (2)

D.2 Setup Procedure

Pada kode program akan dilakukan inisialisasi kondisi awal yang akan diterapkan pada simulasi dan pemodelan *agent-based* menggunakan bahasa pemrograman Netlogo. Inisialisasi kondisi awal meliputi inisialisasi terhadap atribut yang dimiliki oleh masing-masing *agent*, serta pendefinisian interaksi antar *agent* yang terlibat di dalam sistem.

```
to setup
  __clear-all-and-reset-ticks
  ask patches [set pcolor 7]

  let s read-from-string first(Supplying_Strategy)
  ifelse (s = 4) [set strategy (random 3) + 1]
  [set strategy s]

  create-Suppliers 1
  [
    set size 5
    set color 15
    set label (word "Pemasok." [who] of self " ")

    set transaction 0
    set next_day ticks
  ]

  create-Suppliers_Pucang n_suppliers_pucang
  [
    set size 5
    set color 123
    set label (word "Pucang." [who] of self " ")

    set katun Katun_Supplying
    set drill Drill_Supplying
    set kain_batik Kain_Batik_Supplying
    set fast_order false
    set transaction 0

    set next_day ticks
    if (Show_Network) [create-link-to one-of suppliers]
  ]
]
```

Kode Program A.3 Inisialisasi awal setup procedure (1)

```

create-Suppliers_Pabean n_suppliers_pabean
[
  set size 5
  set color 124
  set label (word "Pabean." [who] of self " ")

  set polyester Polyester_Supplying
  set fast_order false
  set transaction 0

  set next_day ticks
  if (Show_Network) [create-link-to one-of suppliers]
]

create-Suppliers_Pasar_Atom n_suppliers_pasar_atom
[
  set size 5
  set color 125
  set label (word "Pasar Atom." [who] of self " ")

  set sifon Sifon_Supplying
  set fast_order false
  set transaction 0

  set next_day ticks
  if (Show_Network) [create-link-to one-of suppliers]
]

create-Suppliers_DTC n_suppliers_dtc
[
  set size 5
  set color 126
  set label (word "DTC." [who] of self " ")

  set kain_kaos Kain_Kaos_Supplying
  set fast_order false
  set transaction 0

  set next_day ticks
  if (Show_Network) [create-link-to one-of suppliers]
]

create-Suppliers_Kapasan n_suppliers_kapasan
[
  set size 5
  set color 127
  set label (word "Kapasan." [who] of self " ")

```

Kode Program A.4 Inisialisasi awal setup procedure (2)

```

set benang Benang_Supplying
set kancing Kancing_Supplying
set resleting Resleting_Supplying
set aksesoris Aksesoris_Supplying
set fast_order false
set transaction 0

set next_day ticks
if (Show_Network) [create-link-to one-of suppliers]
]

create-Suppliers_Nginden n_suppliers_nginden
[
set size 5
set color 128
set label (word "Nginden." [who] of self " ")

set bet Bet_Supplying
set fast_order false
set transaction 0

set next_day ticks
if (Show_Network) [create-link-to one-of suppliers]
]

create-Factories 1
[
set size 5
set color green
set label (word "Fact." [who] of self " ")

set orders []
set transaction 0

set next_day ticks
if (Show_Network)
[
create-link-to one-of Suppliers_Pucang
create-link-to one-of Suppliers_Pabean
create-link-to one-of Suppliers_Pasar_Atom
create-link-to one-of Suppliers_DTC
create-link-to one-of Suppliers_Kapasan
create-link-to one-of Suppliers_Nginden
]
]
]

```

Kode Program A.5 Inisialisasi awal setup procedure (3)

```

create-Customers Jumlah_Pembeli
[
  set size 1
  set color blue

  set orders []
  set completions []
  set max_time []

  foreach range 10
  [
    set max_time lput 0 max_time
  ]

  set transaction 0
  set avg_order []
  set avg_complete []
  set materials []
  set bool_order []
  foreach range 10
  [
    set bool_order lput false bool_order
  ]
  set step []

  foreach range 11
  [
    set step lput 0 step
  ]

  set next_day ticks
  set order_next_day []
  set production_step []

  foreach range 11
  [
    set order_next_day lput (ticks) order_next_day
  ]

  foreach range 10
  [
    set production_step lput 0 production_step
  ]
  if (Show_Network) [create-link-to one-of Factories]
]

```

Kode Program A.6 Inisialisasi awal setup procedure (4)

```

set-default-shape Suppliers "dist0"
set-default-shape Suppliers_Pucang "dist1"
set-default-shape Suppliers_Pabean "dist1"
set-default-shape Suppliers_Pasar_Atom "dist1"
set-default-shape Suppliers_DTC "dist1"
set-default-shape Suppliers_Kapasan "dist1"
set-default-shape Suppliers_Nginden "dist1"
set-default-shape Factories "dist2"
set-default-shape Customers "person"

set data_pemesanan []
set validation_pemesanan []

set data_tenggang_waktu []
set validation_tenggang_waktu []

find_patch
end

```

Kode Program D.7 Inisialisasi awal setup procedure (5)

D.3 Find Patch

Kode program selanjutnya merupakan kode program untuk mendefinisikan koordinat lokasi atau tata letak untuk masing-masing *agent* pada *environment* (*patch*) di dalam sistem:

```

to find_patch
  ask turtles with [breed = Factories]
  [
    setxy 10 -10
  ]
  ask turtles with [breed = Suppliers]
  [
    setxy -10 10
  ]
  ask turtles with [breed != Factories and breed != Suppliers]
  [
    setxy random-xcor random-ycor
  ]
end

```

Kode Program A.8 Pendefinisian posisi agent terhadap environment

D.4 Go Procedure

Pada kode program berikut akan didefinisikan prosedur yang berjalan di dalam program yang akan diterapkan pada simulasi dan pemodelan *agent-based* menggunakan bahasa pemrograman Netlogo. *Go procedur* meliputi seluruh rangkaian prosedur yang berjalan di dalam sistem. Dimana masing-masing fungsi, variabel, serta karakteristik di dalam sistem akan saling berpengaruh satu sama lain untuk menghasilkan *output* yang diharapkan. Secara umum *go procedure* akan menjalankan logika sistem yang telah didefinisikan sebelumnya pada Gambar A.1.

```
to go
  set data_pemesanan []
  set data_tenggang_waktu []
  set validation_pemesanan []
  set validation_tenggang_waktu []

  setup_parameters
  setup_activations
  validation
  order_to_material
  pemasok_strategy

  transactions
  update_plots
  ask turtles
  [
    set transaction 0
  ]

  ask customers
  [
    if (item 0 step = 0)
    [
      set orders []
      set completions []
      set materials []
    ]

    set avg_order []
    set avg_complete []
  ]
  tick
```

Kode Program A.9 Pengaturan terhadap *go procedur* di dalam sistem (1)

```

ask turtles
[
  set transaction 0
]

ask customers
[
  if (item 0 step = 0)
  [
    set orders []
    set completions []
    set materials []
  ]

  set avg_order []
  set avg_complete []
]
tick
end

```

Kode Program A.10 Pengaturan terhadap *go procedur* di dalam sistem (2)

D.5 Setup Parameter

Setup parameter merupakan rangkaian proses *go procedure* yang meliputi pendefinisian terhadap *fixed setup (non-input variable)* pada *interface*. *Fixed setup (non-input variable)* tersebut meliputi pengaturan terhadap tipe karakteristik untuk produk, pelanggan, serta pemasok. Selanjutnya setelah seluruh *fixed setup (non-input variable)* tersebut didefinisikan, maka sistem akan menjalankan beberapa prosedur untuk memperoleh hasil keluaran berupa jumlah permintaan pesanan untuk masing-masing produk., serta *completion time* dari masing-masing pemesanan. Dengan kata lain *setup parameter* merupakan proses awal berjalannya sistem simulasi yakni berupa pendefinisian pemesanan permintaan untuk setiap pelanggan. Berikut merupakan penjelasan lebih rinci untuk prosedur *setup parameter* pada simulasi dan pemodelan *agent-based* menggunakan bahasa pemrograman Netlogo.

```

to setup_parameters
  ask customers
  [
    let value []
    set value lput Jenis_Seragam value
    set value lput Jenis_Baju value
    set value lput Jenis_Batik value
    set value lput Jenis_Kaos value
    set value lput Jenis_Celemek value
    set value lput Jenis_Busana_Muslim value
    set value lput Jenis_Kemeja value
    set value lput Jenis_Dasi value
    set value lput Jenis_Aatasan value
    set value lput Jenis_Bawahan value
    let activation_variation 0
    set activation_variation random 10

    if (item 0 step = 0)
    [
      let active ((random 100001) / 100000)
      foreach range 10
      [
        x -> let xx x
        let order_components []
        let completion_components []

        ifelse (Probability_Pembelian >= active)
        [
          foreach range item x value
          [
            ifelse (Variasi_Produk = true)
            [
              ifelse (Probability_Pembelian >= active)
              [
                let temp setup_parameter_items x
                let n_order item 0 temp
                let n_complete item 1 temp
                set order_components lput n_order
order_components
                set completion_components lput n_complete
completion_components
              ]
            [
              let activation_variation 0
              set activation_variation random 10

```

Kode Program A.11 Proses pendefinisian permintaan pesanan untuk masing-masing pelanggan yang terlibat di dalam sistem (1)

```

    if (item 0 step = 0)
  [
    let active ((random 100001) / 100000)
    foreach range 10
    [
      x -> let xx x
        let order_components []
        let completion_components []

        ifelse (Probability_Pembelian >= active)
        [
          foreach range item x value
          [
            ifelse (Variasi_Produk = true)
            [
              ifelse (Probability_Pembelian >= active)
              [
                let temp setup_parameter_items x
                let n_order item 0 temp
                let n_complete item 1 temp
                set order_components lput n_order
order_components
                set completion_components lput n_complete
completion_components
              ]
              [
                set order_components lput 0 order_components
                set completion_components lput 0
completion_components
              ]
            ]
            [
              ifelse (activation_variation = x and
Probability_Pembelian >= active)
              [
                let temp setup_parameter_items x
                let n_order item 0 temp
                let n_complete item 1 temp
                set order_components lput n_order
order_components
                set completion_components lput n_complete
completion_components
              ]
            ]
          ]
        ]
      ]
    ]
  ]

```

Kode Program A.12 Proses pendefinisian permintaan pesanan untuk masing-masing pelanggan yang terlibat di dalam sistem (2)

```

        set order_components lput 0 order_components
        set completion_components lput 0
completion_components
    ]
    ]
    ]
    [
        foreach range item x value
        [
            set order_components lput 0 order_components
            set completion_components lput 0
completion_components
        ]
    ]

    set orders lput order_components orders
    set completions lput completion_components completions
]

let i 0
foreach completions
[
    x -> let xx x
    set max_time replace-item i max_time (max x)
    set i (i + 1)
]
]
end

```

Kode Program A.13 Proses pendefinisian permintaan pesanan untuk masing-masing pelanggan yang terlibat di dalam sistem (3)

D.5.1 Report Setup Parameter

Report setup parameter merupakan sub proses dari *setup parameter* yang dijalankan pada sistem *go procedure*. *Report setup parameter* bertugas untuk menentukan jumlah serta *completion time* permintaan pemesanan secara detail terhadap masing-masing produk. Kemudian, hasil yang diperoleh dari *report setup parameter* akan dipanggil kembali oleh *setup parameter*, sehingga keseluruhan proses permintaan pemesanan pada sistem simulasi dapat terpenuhi. Berikut merupakan penjelasan lebih rinci terkait pendefinisian permintaan pesanan serta *leadtime* dari masing-masing produk.

```

to-report setup_parameter_items [x]
  let order []
  let n_order 0
  let n_complete 0
  let val_complete 0

  if (x = 0) [set n_order round(random-normal 30.24 14.33)]
  if (x = 1) [set n_order round(random-normal 20.81 12.32)]
  if (x = 2) [set n_order round(random-normal 42.00 28.28)]
  if (x = 3) [set n_order round(random-normal 16.33 5.13)]
  if (x = 4) [set n_order round(random-normal 20.00 9.90)]
  if (x = 5) [set n_order round(random-normal 17.00 4.00)]
  if (x = 6) [set n_order round(random-normal 75.00 4.00)]
  if (x = 7) [set n_order round(random-normal 15.00 4.00)]
  if (x = 8) [set n_order round(random-normal 19.00 4.00)]
  if (x = 9) [set n_order round(random-normal 6.00 4.00)]

  if (x = 0) [set n_complete round(random-normal 34.26 14.49)]
  if (x = 1) [set n_complete round(random-normal 27.55 13.02)]
  if (x = 2) [set n_complete round(random-normal 18.50 6.36)]
  if (x = 3) [set n_complete round(random-normal 17.33 9.45)]
  if (x = 4) [set n_complete round(random-normal 13.00 11.31)]
  if (x = 5) [set n_complete round(random-normal 14.00 4.00)]
  if (x = 6) [set n_complete round(random-normal 40.00 4.00)]
  if (x = 7) [set n_complete round(random-normal 5.00 4.00)]
  if (x = 8) [set n_complete round(random-normal 35.00 4.00)]
  if (x = 9) [set n_complete round(random-normal 18.00 4.00)]

  ifelse (n_order > 0)
  [
    ; Seragam
    if (x = 0)
    [
      ifelse (Probability_Seragam >= (random 1001) / 1000)
      [
        set order lput n_order order
        ifelse (n_complete > 0)
        [
          set order lput n_complete order
        ]
        [
          set order lput val_complete order
        ]
      ]
    ]
  ]

```

Kode Program A.14 Pendefinisian permintaan pesanan untuk masing-masing produk (1)

```

        set order lput 0 order
        set order lput 0 order
    ]
]

; Baju
if (x = 1)
[
    ifelse (Probability_Baju >= (random 1001) / 1000)
    [
        set order lput n_order order
        ifelse (n_complete > 0)
        [
            set order lput n_complete order
        ]
        [
            set order lput val_complete order
        ]
    ]
    [
        set order lput 0 order
        set order lput 0 order
    ]
]

; Batik
if (x = 2)
[
    ifelse (Probability_Batik >= (random 1001) / 1000)
    [
        set order lput n_order order
        ifelse (n_complete > 0)
        [
            set order lput n_complete order
        ]
        [
            set order lput val_complete order
        ]
    ]
    [
        set order lput 0 order
        set order lput 0 order
    ]
]
]

```

Kode Program A.15 Pendefinisian permintaan pesanan untuk masing-masing produk (2)

```

; Kaos
if (x = 3)
[
  ifelse (Probability_Kaos >= (random 1001) / 1000)
  [
    set order lput n_order order
    ifelse (n_complete > 0)
    [
      set order lput n_complete order
    ]
    [
      set order lput val_complete order
    ]
  ]
  [
    set order lput 0 order
    set order lput 0 order
  ]
]

; Celemek
if (x = 4)
[
  ifelse (Probability_Celemek >= (random 1001) / 1000)
  [
    set order lput n_order order
    ifelse (n_complete > 0)
    [
      set order lput n_complete order
    ]
    [
      set order lput val_complete order
    ]
  ]
  [
    set order lput 0 order
    set order lput 0 order
  ]
]

; Busana_Muslim
if (x = 5)
[
  ifelse (Probability_Busana_Muslim >= (random 1001) /
1000)
  [

```

Kode Program A.16 Pendefinisian permintaan pesanan untuk masing-masing produk (3)

```

        set order lput n_order order
    ifelse (n_complete > 0)
    [
        set order lput n_complete order
    ]
    [
        set order lput val_complete order
    ]
    ]
    [
        set order lput 0 order
        set order lput 0 order
    ]
]

; Kemeja
if (x = 6)
[
    ifelse (Probability_Kemeja >= (random 1001) / 1000)
    [
        set order lput n_order order
        ifelse (n_complete > 0)
        [
            set order lput n_complete order
        ]
        [
            set order lput val_complete order
        ]
    ]
    [
        set order lput 0 order
        set order lput 0 order
    ]
]

; Dasi
if (x = 7)
[
    ifelse (Probability_Dasi >= (random 1001) / 1000)
    [
        set order lput n_order order
        ifelse (n_complete > 0)
        [
            set order lput n_complete order
        ]
    ]
    [

```

Kode Program A.17 Pendefinisian permintaan pesanan untuk masing-masing produk (4)

```

        set order lput val_complete order
    ]
]
[
    set order lput 0 order
    set order lput 0 order
]
]
; Atasan
if (x = 8)
[
    ifelse (Probability_Aatasan >= (random 1001) / 1000)
    [
        set order lput n_order order
        ifelse (n_complete > 0)
        [
            set order lput n_complete order
        ]
        [
            set order lput val_complete order
        ]
    ]
    [
        set order lput 0 order
        set order lput 0 order
    ]
]
]
; Bawahan
if (x = 9)
[
    ifelse (Probability_Bawahan >= (random 1001) / 1000)
    [
        set order lput n_order order
        ifelse (n_complete > 0)
        [
            set order lput n_complete order
        ]
        [
            set order lput val_complete order
        ]
    ]
]
[

```

Kode Program A.18 Pendefinisian permintaan pesanan untuk masing-masing produk (5)

```

        set order lput 0 order
        set order lput 0 order
    ]
]
[
    set order lput 0 order
    set order lput 0 order
]
report order
end

```

Kode Program A.19 Pendefinisian permintaan pesanan untuk masing-masing produk (6)

D.6 Setup Activations

Setup activation pada simulasi dan pemodelan *agent-based* menggunakan bahasa pemrograman Netlogo ditujukan untuk mengatur status pelanggan di dalam proses transaksi dengan *factory*. Atribut warna yang dimiliki oleh pelanggan akan berubah mengikuti status pelanggan terhadap *factory*. Pelanggan yang datang secara *default* akan berwarna biru dengan link hitam. Kemudian, jika pelanggan menghubungi *factory* untuk melakukan transaksi pemesanan, status warna pelanggan akan berubah menjadi merah dengan link hijau. Selanjutnya, *factory* akan memenuhi permintaan pemesanan tersebut melalui beberapa prosedur. Pelanggan akan berubah warna kembali seperti semula apabila keseluruhan proses permintaan pemesanan telah terpenuhi. Apabila pelanggan telah menjadi warna biru, pelanggan dapat melakukan transaksi kembali dengan *factory*. Berikut merupakan kode program terkait prosedur aktivasi status pelanggan terhadap *factory*.

```

to setup_activations
  ask customers
  [
    let i 0
    let idx 0
    foreach orders
      [
        x -> let xx x
        let cnt 0
        foreach x
          [
            y -> let yy y
            if (y > 0)
              [
                set i (i + 1)
                set cnt (cnt + 1)
              ]
          ]
        if (cnt > 0)
          [
            set bool_order replace-item idx bool_order true
          ]
        set idx (idx + 1)
      ]

    if (i > 0)
      [
        if (item 0 step = 0)
          [
            set next_day (ticks + 1)
            set transaction transaction + 1
            foreach range 11
              [
                x -> let xx x
                set order_next_day replace-item x order_next_day
            next_day
              ]
            foreach range 11
              [
                x -> let xx x
                set step replace-item x step 1
              ]
          ]
        set color red
      ]
  ]
]

```

Kode Program A.20 Pengaturan status aktivasi pelanggan terhadap factory (1)

```

if (Show_Network)
[
  let cus_id [who] of customers with [item 0 step = 1]
  let fact_id [who] of factories

  foreach cus_id
  [
    x -> let xx x
    ask link x item 0 fact_id
    [
      set color green
    ]
  ]

  let r_cus_id [who] of customers with [item 0 step != 1]
  let r_fact_id [who] of factories

  ; coloring link
  foreach r_cus_id
  [
    x -> let xx x
    ask link x item 0 r_fact_id
    [
      set color 5
    ]
  ]
]
end

```

Kode Program A.21 Pengaturan status aktivasi pelanggan terhadap factory (2)

D.7 Validation Procedure

Validation procedure meliputi serangkaian proses untuk memastikan bahwa model simulasi yang dibangun telah merepresentasikan sistem nyata. Dalam prosedur validasi tersebut akan dibandingkan hasil perhitungan simulasi yang dilakukan dengan *data real* yang diperoleh. Data yang dibandingkan dalam hal ini adalah data jumlah serta *leadtime* pemesanan permintaan pelanggan untuk masing-masing jenis produk. Berikut merupakan prosedur validasi simulasi yang dibangun dengan menggunakan bahasa pemrograman Netlogo.

```

to validation
ask customers
[
  foreach orders
  [
    x -> let xx x
    let n_sum 0
    let i 0
    foreach x
    [
      y -> let yy y
      if (y != 0)
      [
        set n_sum n_sum + y
        set i i + 1
      ]
    ]
    if (i != 0) [set n_sum n_sum / i]
    set avg_order lput n_sum avg_order
  ]
]

let n_avg_order [avg_order] of customers

let temp1 calculate_validation n_avg_order
let value1 item 0 temp1
let idx1 item 1 temp1

set data_pemesanan lput 30 data_pemesanan
set data_pemesanan lput 21 data_pemesanan
set data_pemesanan lput 42 data_pemesanan
set data_pemesanan lput 16 data_pemesanan
set data_pemesanan lput 20 data_pemesanan
set data_pemesanan lput 17 data_pemesanan
set data_pemesanan lput 75 data_pemesanan
set data_pemesanan lput 15 data_pemesanan
set data_pemesanan lput 19 data_pemesanan
set data_pemesanan lput 6 data_pemesanan

ask customers
[
  foreach completions
  [
    x -> let xx x
    let n_sum 0
    let i 0
    foreach x
    [

```

Kode Program A.22 Prosedur validasi transaksi permintaan pemesan pelanggan (1)

```

y -> let yy y
if (y != 0)
[
  set n_sum n_sum + y
  set i i + 1
]
if (i != 0) [set n_sum n_sum / i]
set avg_complete lput n_sum avg_complete
]
]
let n_avg_complete [avg_complete] of customers

let temp2 calculate_validation n_avg_complete
let value2 item 0 temp2
let idx2 item 1 temp2

set data_tenggang_waktu lput 34 data_tenggang_waktu
set data_tenggang_waktu lput 28 data_tenggang_waktu
set data_tenggang_waktu lput 19 data_tenggang_waktu
set data_tenggang_waktu lput 17 data_tenggang_waktu
set data_tenggang_waktu lput 13 data_tenggang_waktu
set data_tenggang_waktu lput 14 data_tenggang_waktu
set data_tenggang_waktu lput 40 data_tenggang_waktu
set data_tenggang_waktu lput 5 data_tenggang_waktu
set data_tenggang_waktu lput 35 data_tenggang_waktu
set data_tenggang_waktu lput 18 data_tenggang_waktu
end

```

Kode Program A.23 Prosedur validasi transaksi permintaan pemesan pelanggan (2)

D.5.2 Calculate Validation

Prosedur *calculate validation* merupakan bagian dari proses validasi, yang mana prosedur *calculate validation* bertugas untuk menghitung rata-rata permintaan pemesanan masing-masing jenis produk pada setiap transaksi. Prosedur tersebut diperlukan untuk memastikan bahwa rata-rata jumlah perhiungan permintaan pemesanan bernilai signifikan dengan data studi kasus yang digunakan pada penelitian ini.

```

to-report calculate_validation [n_avg]
let value []
let idx []
foreach range 10 [set value lput 0 value]
foreach range 10 [set idx lput 0 idx]
let i 0
foreach n_avg
[
  x -> let xx x
  foreach x
  [
    y -> let yy y
    if (y > 0)
    [
      set value replace-item i value ((item i value) + y)
      set idx replace-item i idx ((item i idx) + 1)
    ]
    set i i + 1
  ]
  set i 0
]
let return_val []
set return_val lput value return_val
set return_val lput idx return_val
report return_val
end

```

Kode Program A.24 Perhitungan validasi permintaan pemesanan pelanggan

D.8 Convert Order to Material

Dalam rangka memenuhi permintaan pemesanan pelanggan, *factory* akan melakukan pengadaan bahan baku kepada pemasok yang akan digunakan dalam proses produksi. Sebelum melakukan proses produksi, *factory* akan melakukan perencanaan daftar bahan baku yang dibutuhkan dalam proses produksi. Selanjtnya berdasarkan perencanaan tersebut *factory* baru akan melakukan pengadaan atas bahan baku tersebut. Prosedur *convert order to material* bertugas untuk memenuhi kebutuhan *factory* dalam proses perencanaan produksi terutama dalam pengadaan bahan baku. Setiap permintaan pesanan produk pelanggan akan dipecah menjadi beberapa bagian sesuai dengan bahan baku penyusun produk tersebut. Selanjutnya akan disesuaikan antara kebutuhan jumlah bahan baku untuk setiap produk dengan jumlah permintaan pemesanan akan produk tersebut.

```

;Katun      : 0
;Drill      : 1
;Kain Batik : 2
;Polyester  : 3
;Sifon     : 4
;Kain Kaos  : 5
;Benang     : 6
;Kancing    : 7
;Resleting  : 8
;Aksesoris : 9
;Bet       : 10
to order_to_material
  ask customers
  [
    if (item 0 step = 0 or item 0 step = 1)
    [
      foreach range 11 [set materials lput 0 materials]
    ]
    let i 0
    foreach orders
    [
      x -> let xx x
      foreach x
      [
        y -> let yy y
        if (y > 0 and item 0 step = 1)
        [
          if (i = 0)
          [
            let kain random 2
            ifelse (kain = 0)[set materials replace-item 0
materials ((item 0 materials) + ((3 * y) / 50))]
[set materials replace-item 3 materials ((item 3
materials) + ((3 * y) / 50))]
            ; benang
            set materials replace-item 6 materials ((item 6
materials) + (0.5 * y))
            ; kancing
            set materials replace-item 7 materials ((item 7
materials) + ((5 * y) / 144))
            ; Resleting
            set materials replace-item 8 materials ((item 8
materials) + y)

```

Kode Program A.25 Prosedur mengubah pesanan permintaan produk menjadi daftar kebutuhan bahan baku (1)

```

        ; Bet
        set materials replace-item 10 materials ((item 10
materials) + (2 * y))
    ]
    if (i = 1)
    [
        let kain random 3
        if (kain = 0) [set materials replace-item 0
materials ((item 0 materials) + ((3 * y) / 50))]
        if (kain = 1) [set materials replace-item 3
materials ((item 3 materials) + ((3 * y) / 50))]
        if (kain = 2) [set materials replace-item 4
materials ((item 4 materials) + ((3 * y) / 50))]
        ; benang
        set materials replace-item 6 materials ((item 6
materials) + (0.5 * y))
        ; kancing
        set materials replace-item 7 materials ((item 7
materials) + ((5 * y) / 144))
    ]
    if (i = 2)
    [
        set materials replace-item 2 materials ((item 2
materials) + ((2.5 * y) / 50))
        ; benang
        set materials replace-item 6 materials ((item 6
materials) + (0.25 * y))
        ; kancing
        set materials replace-item 7 materials ((item 7
materials) + ((6 * y) / 144))
    ]
    if (i = 3)
    [
        set materials replace-item 5 materials ((item 5
materials) + ((2.5 * y) / 50))
        ; benang
        set materials replace-item 6 materials ((item 6
materials) + (0.25 * y))
        ; kancing
        set materials replace-item 7 materials ((item 7
materials) + ((2 * y) / 144))
    ]
]

```

Kode Program A.26 Prosedur mengubah pesanan permintaan produk menjadi daftar kebutuhan bahan baku (2)

```

        if (i = 4)
        [
            set materials replace-item 1 materials ((item 1
materials) + ((1.5 * y) / 50))
            ; benang
            set materials replace-item 6 materials ((item 6
materials) + (0.25 * y))
        ]
        if (i = 5)
        [
            let kain random 3
            if (kain = 0) [set materials replace-item 0
materials ((item 0 materials) + ((3 * y) / 50))]
            if (kain = 1) [set materials replace-item 3
materials ((item 3 materials) + ((3 * y) / 50))]
            if (kain = 2) [set materials replace-item 4
materials ((item 4 materials) + ((3 * y) / 50))]
            ; benang
            set materials replace-item 6 materials ((item 6
materials) + (0.5 * y))
            ; kancing
            set materials replace-item 7 materials ((item 7
materials) + ((2 * y) / 144))
            set materials replace-item 9 materials ((item 9
materials) + (2 * y))
        ]
        if (i = 6)
        [
            let kain random 2
            ifelse (kain = 0)[set materials replace-item 0
materials ((item 0 materials) + ((2.5 * y) / 50))]
            [set materials replace-item 3 materials ((item 3
materials) + ((2.5 * y) / 50))]
            ; benang
            set materials replace-item 6 materials ((item 6
materials) + (0.25 * y))
            ; kancing
            set materials replace-item 7 materials ((item 7
materials) + ((6 * y) / 144))
        ]
        if (i = 7)
        [

```

Kode Program A.27 Prosedur mengubah pesanan permintaan produk menjadi daftar kebutuhan bahan baku (3)

```

        let kain random 3
        if (kain = 0) [set materials replace-item 0
materials ((item 0 materials) + (y / 50))]
        if (kain = 1) [set materials replace-item 3
materials ((item 3 materials) + (y / 50))]
        if (kain = 2) [set materials replace-item 4
materials ((item 4 materials) + (y / 50))]
        ; benang
        set materials replace-item 6 materials ((item 6
materials) + (0.15 * y))
    ]
    if (i = 8)
    [
        let kain random 3
        if (kain = 0) [set materials replace-item 0
materials ((item 0 materials) + ((2.5 * y) / 50))]
        if (kain = 1) [set materials replace-item 3
materials ((item 3 materials) + ((2.5 * y) / 50))]
        if (kain = 2) [set materials replace-item 4
materials ((item 4 materials) + ((2.5 * y) / 50))]
        ; benang
        set materials replace-item 6 materials ((item 6
materials) + (0.25 * y))
        ; kancing
        set materials replace-item 7 materials ((item 7
materials) + ((6 * y) / 144))
    ]
    if (i = 9)
    [
        let kain random 2
        ifelse (kain = 0)[set materials replace-item 0
materials ((item 0 materials) + ((2 * y) / 50))]
        [set materials replace-item 3 materials ((item 3
materials) + ((2 * y) / 50))]
        ; benang
        set materials replace-item 6 materials ((item 6
materials) + (0.25 * y))
        ; kancing
        set materials replace-item 7 materials ((item 7
materials) + (y / 144))
    ]

```

Kode Program A.28 Prosedur mengubah pesanan permintaan produk menjadi daftar kebutuhan bahan baku (3)

```

        ; Resleting
        set materials replace-item 8 materials ((item 8
materials) + y)
    ]
]
]
set i (i + 1)
]

if (item 0 step = 1)
[
    foreach range 11
    [
        x -> let xx x
        set step replace-item x step 2
    ]
]
]
end

```

Kode Program A.29 Prosedur mengubah pesanan permintaan produk menjadi daftar kebutuhan bahan baku (4)

D.9 Setup Supplier Strategy

Setiap agent *supplier* memiliki wewenang dalam menentukan strategi pengadaan barang untuk memenuhi permintaan dari pelanggan dalam hal ini factory. Pada kode program berikut strategi pengadaan oleh supplier dibagi atas tiga struktur pengadaan, yakni strategi pengadaan rutin, strategi pengadaan langsung, dan strategi kombinasi keduanya. Selain itu, dalam kode program berikut juga dipaparkan mengenai pengaturan terhadap kapasitas yang dimiliki oleh supplier. Dimana setiap *supplier* memiliki kapasitas maksimum untuk masing-masing barang. Kapasitas maksimum tersebut diperoleh dari *multiple factor* kapasitas dan jumlah kuantitas pengadaan oleh masing-masing bahan baku.

```

to pemasok_strategy
  if (strategy = 4)
  [
    set strategy (random 3) + 1
  ]
  if (strategy = 1 or strategy = 3)
  [
    let timing 0
    let s read-from-string first(Timing_Supplier)
    if (s = 4) [set s (random 3) + 1]
    if (s = 1)
    [
      set timing 1
    ]
    if (s = 2)
    [
      set timing 7
    ]
    if (s = 3)
    [
      set timing 30
    ]

    if (ticks mod timing = 0)
    [
      daily_order
    ]
  ]
end

to daily_order
  ask suppliers_pucang
  [
    if (katun <= Katun_Supplying * Multiplier_Factor)
    [
      ask suppliers
      [ set transaction (transaction + 1)
        ] set katun (katun + Katun_Supplying)
      ]
    if (drill <= Drill_Supplying * Multiplier_Factor)
    [
      ask suppliers
      [ set transaction (transaction + 1)
        ] set drill (drill + Drill_Supplying)
      ]
  ]

```

Kode Program A.30 Pengaturan prosedur pengadaan bagi pemasok (1)

```

if (kain_batik <= Kain_Batik_Supplying * Multiplier_Factor)
[
  ask suppliers
  [ set transaction (transaction + 1)
  ]
  set kain_batik (kain_batik + Kain_Batik_Supplying)
]
]
ask suppliers_pabean
[
  if (polyester <= Polyester_Supplying * Multiplier_Factor)
  [
    ask suppliers
    [ set transaction (transaction + 1)
    ]
    set polyester (polyester + Polyester_Supplying)
  ]
]
ask suppliers_pasar_atom
[
  if (sifon <= Sifon_Supplying * Multiplier_Factor)
  [
    ask suppliers
    [ set transaction (transaction + 1)
    ]
    set sifon (sifon + Sifon_Supplying)
  ]
]
  ask suppliers_dtc
[
  if (kain_kaos <= Kain_Kaos_Supplying * Multiplier_Factor)
  [
    ask suppliers
    [
      set transaction (transaction + 1)
    ]
    set kain_kaos (kain_kaos + Kain_Kaos_Supplying)
  ]
]
ask suppliers_kapasan
[
  if (benang <= Benang_Supplying * Multiplier_Factor)
  [
    ask suppliers
    [

```

Kode Program A.31 Pengaturan prosedur pengadaan bagi pemasok (2)

```

set transaction (transaction + 1)
]
set benang (benang + Benang_Supplying)
]
if (kancing <= Kancing_Supplying * Multiplier_Factor)
[
ask suppliers
[
set transaction (transaction + 1)
]
set kancing (kancing + Kancing_Supplying)
]
if (resleting <= Resleting_Supplying * Multiplier_Factor)
[
ask suppliers
[
set transaction (transaction + 1)
]
set resleting (resleting + Resleting_Supplying)
]
if (aksesoris <= Aksesoris_Supplying * Multiplier_Factor)
[
ask suppliers
[
set transaction (transaction + 1)
]
set aksesoris (aksesoris + Aksesoris_Supplying)
]
]
ask suppliers_nginden
[
if (bet <= Bet_Supplying * Multiplier_Factor)
[
ask suppliers
[
set transaction (transaction + 1)
]
]
set bet (bet + Bet_Supplying)
]
]
end

```

Kode Program A.32 Pengaturan prosedur pengadaan bagi pemasok (3)

D.9.1 Supplier Quantity Procedure

Prosedur supplier quantity berikut merupakan prosedur yang berfungsi untuk memastikan ketersediaan bahan baku pada masing-masing supplier. setiap

agent supplier yang terlibat dalam proses simulasi memiliki kapasitas yang berbeda-beda. Oleh karena itu, dalam rangka untuk memastikan ketersediaan bahan baku yang dibutuhkan factory terpenuhi prosedur berikut dibutuhkan. Prosedur dimulai ketika factory menghubungi setiap supplier untuk memperoleh bahan baku yang dibutuhkan dalam proses produksi. Apabila supplier kekurangan bahan baku, factory akan mencari supplier lain atau menunggu hingga bahan baku tersedia. Proses tersebut akan terus berlanjut hingga seluruh bahan baku yang dibutuhkan telah terpenuhi.

```
to-report pucang [items quantity]
  let n_pucang [who] of suppliers_pucang
  foreach n_pucang
  [
    z -> let zz z
    ask turtle z
    [
      set transaction (transaction + 1)
    ]
    let val 0
    if (items = 0)
    [
      ask turtle z [set val katun]
      if (val > quantity)
      [
        ask turtle z
        [
          set katun (katun - quantity)
        ]
        report true
        stop
      ]
    ]
  ]
  if (items = 1)
  [
    ask turtle z [set val drill]
    if (val > quantity)
    [
      ask turtle z
      [
        set drill (drill - quantity)
      ]
    ]
  ]
]
```

Kode Program A.33 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (1)

```

        report true
        stop
    ]
]
if (items = 1)
[
    ask turtle z [set val drill]
    if (val > quantity)
    [
        ask turtle z
        [
            set drill (drill - quantity)
        ]
        report true
        stop
    ]
]
if (items = 2)
[
    ask turtle z[set val kain_batik]
    if (val > quantity)
    [
        ask turtle z
        [
            set kain_batik (kain_batik - quantity)
        ]
        report true
        stop
    ]
]
]
report false
end

to-report pabean [items quantity]
    let n_pabean [who] of suppliers_pabean
    foreach n_pabean
    [
        z -> let zz z
        ask turtle z
        [
            set transaction (transaction + 1)
        ]
    ]
]

```

Kode Program A.34 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (2)

```

let val 0
if (items = 3)
[
  ask turtle z [set val polyester]
  if (val > quantity)
  [
    ask turtle z
    [
      set polyester (polyester - quantity)
    ]
    report true
    stop
  ]
]
]
report false
end

to-report pasar_atom [items quantity]
let n_pasar_atom [who] of suppliers_pasar_atom
foreach n_pasar_atom
[
  z -> let zz z
  ask turtle z
  [
    set transaction (transaction + 1)
  ]
  let val 0
  if (items = 4)
  [
    ask turtle z [set val sifon]
    if (val > quantity)
    [
      ask turtle z
      [
        set sifon (sifon - quantity)
      ]
      report true
      stop
    ]
  ]
]
]
report false
end

```

Kode Program A.35 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (3)

```

to-report dtc [items quantity]
  let n_dtc [who] of suppliers_dtc
  foreach n_dtc
  [
    z -> let zz z
    ask turtle z
    [
      set transaction (transaction + 1)
    ]
    let val 0
    if (items = 5)
    [
      ask turtle z [set val kain_kaos]
      if (val > quantity)
      [
        ask turtle z
        [
          set kain_kaos (kain_kaos - quantity)
        ]
        report true
        stop
      ]
    ]
  ]
  report false
end

to-report kapasan [items quantity]
  let n_kapasan [who] of suppliers_kapasan
  foreach n_kapasan
  [
    z -> let zz z
    ask turtle z
    [
      set transaction (transaction + 1)
    ]
    let val 0
    if (items = 6)
    [
      ask turtle z [set val benang]
      if (val > quantity)
      [
        ask turtle z
        [
          set benang (benang - quantity)
        ]
      ]
    ]
  ]

```

Kode Program A.36 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (4)

```

        report true
        stop
    ]
]
if (items = 7)
[
    ask turtle z [set val kancing]
    if (val > quantity)
    [
        ask turtle z
        [
            set kancing (kancing - quantity)
        ]
        report true
        stop
    ]
]
if (items = 8)
[
    ask turtle z[set val resleting]
    if (val > quantity)
    [
        ask turtle z
        [
            set resleting (resleting - quantity)
        ]
        report true
        stop
    ]
]
if (items = 9)
[
    ask turtle z[set val aksesoris]
    if (val > quantity)
    [
        ask turtle z
        [
            set aksesoris (aksesoris - quantity)
        ]
        report true
        stop
    ]
]
]
report false
end

```

Kode Program A.37 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (5)

```

to-report nginden [items quantity]
  let n_nginden [who] of suppliers_nginden
  foreach n_nginden
  [
    z -> let zz z
    ask turtle z
    [
      set transaction (transaction + 1)
    ]
    let val 0
    if (items = 10)
    [
      ask turtle z [set val bet]
      if (val > quantity)
      [
        ask turtle z
        [
          set bet (bet - quantity)
        ]
        report true
        stop
      ]
    ]
  ]
  report false
end

to-report all_pucang [items quantity]
  let n_pucang [who] of suppliers_pucang
  let val 0
  if (items = 0)
  [
    let i 0
    foreach n_pucang
    [
      z -> let zz z
      ask turtle z
      [
        set transaction (transaction + 1)
      ]
      ask turtle z [set val (katun + val)]
      if (val > quantity)
      [
        let temp quantity
        foreach range i
        [

```

Kode Program A.38 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (6)

```

x -> let xx x
ask turtle item x n_pucang
[
  ifelse (temp > katun)
  [
    set katun 0
  ]
  [
    set katun (katun - temp)
  ]
  set temp (temp - katun)
]
]
report true
stop
]
set i (i + 1)
]
report false
]
if (items = 1)
[
  let i 0
  foreach n_pucang
  [
    z -> let zz z
    ask turtle z
    [
      set transaction (transaction + 1)
    ]
    ask turtle z[set val (drill + val)]
    if (val > quantity)
    [
      let temp quantity
      foreach range i
      [
        x -> let xx x
        ask turtle item x n_pucang
        [
          ifelse (temp > drill)
          [
            set drill 0
          ]
          [

```

Kode Program A.39 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (7)

```

        set drill (drill - temp)
    ]
    set temp (temp - drill)
]
]
report true
stop
]
set i (i + 1)
]
report false
]
if (items = 2)
[
let i 0
foreach n_pucang
[
z -> let zz z
ask turtle z
[
set transaction (transaction + 1)
]
ask turtle z[set val (kain_batik + val)]
if (val > quantity)
[
let temp quantity
foreach range i
[
x -> let xx x
ask turtle item x n_pucang
[
ifelse (temp > kain_batik)
[
set kain_batik 0
]
[
set kain_batik (kain_batik - temp)
]
]
set temp (temp - kain_batik)
]
]
report true
stop
]
]
]

```

Kode Program A.40 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (8)

```

        set i (i + 1)
    ]
    report false
]
end

to-report all_pabean [items quantity]
    let n_pabean [who] of suppliers_pabean
    let val 0
    if (items = 3)
    [
        let i 0
        foreach n_pabean
        [
            z -> let zz z
            ask turtle z
            [
                set transaction (transaction + 1)
            ]
            ask turtle z[set val (polyester + val)]
            if (val > quantity)
            [
                let temp quantity
                foreach range i
                [
                    x -> let xx x
                    ask turtle item x n_pabean
                    [
                        ifelse (temp > polyester)
                        [
                            set polyester 0
                        ]
                        [
                            set polyester (polyester - temp)
                        ]
                        set temp (temp - polyester)
                    ]
                ]
            ]
            report true
            stop
        ]
        set i (i + 1)
    ]
]

```

Kode Program A.41 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (9)

```

        report false
    ]
end

to-report all_pasar_atom [items quantity]
    let n_pasar_atom [who] of suppliers_pasar_atom
    let val 0
    if (items = 4)
    [
        let i 0
        foreach n_pasar_atom
        [
            z -> let zz z
            ask turtle z
            [
                set transaction (transaction + 1)
            ]
            ask turtle z[set val (sifon + val)]
            if (val > quantity)
            [
                let temp quantity
                foreach range i
                [
                    x -> let xx x
                    ask turtle item x n_pasar_atom
                    [
                        ifelse (temp > sifon)
                        [
                            set sifon 0
                        ]
                        [
                            set sifon (sifon - temp)
                        ]
                    ]
                    set temp (temp - sifon)
                ]
            ]
            report true
            stop
        ]
        set i (i + 1)
    ]
    report false
]
end

```

Kode Program A.42 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (10)

```

to-report all_dtc [items quantity]
  let n_dtc [who] of suppliers_dtc
  let val 0
  if (items = 5)
  [
    let i 0
    foreach n_dtc
    [
      z -> let zz z
      ask turtle z
      [
        set transaction (transaction + 1)
      ]
      ask turtle z[set val (kain_kaos + val)]
      if (val > quantity)
      [
        let temp quantity
        foreach range i
        [
          x -> let xx x
          ask turtle item x n_dtc
          [
            ifelse (temp > kain_kaos)
            [
              set kain_kaos 0
            ]
            [
              set kain_kaos (kain_kaos - temp)
            ]
            set temp (temp - kain_kaos)
          ]
        ]
        report true
        stop
      ]
      set i (i + 1)
    ]
    report false
  ]
end

```

Kode Program A.43 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (11)

```

to-report all_kapasan [items quantity]
  let n_kapasan [who] of suppliers_kapasan
  let val 0
  if (items = 6)
  [
    let i 0
    foreach n_kapasan
    [
      z -> let zz z
      ask turtle z
      [
        set transaction (transaction + 1)
      ]
      ask turtle z[set val (benang + val)]
      if (val > quantity)
      [
        let temp quantity
        foreach range i
        [
          x -> let xx x
          ask turtle item x n_kapasan
          [
            ifelse (temp > benang)
            [
              set benang 0
            ]
            [
              set benang (benang - temp)
            ]
            set temp (temp - benang)
          ]
        ]
      ]
      report true
      stop
    ]
    set i (i + 1)
  ]
  report false
]
if (items = 7)
[
  let i 0
  foreach n_kapasan
  [

```

Kode Program A.44 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (12)

```

z -> let zz z
ask turtle z
[
  set transaction (transaction + 1)
]
ask turtle z[set val (kancing + val)]
if (val > quantity)
[
  let temp quantity
  foreach range i
  [
    x -> let xx x
    ask turtle item x n_kapasan
    [
      ifelse (temp > kancing)
      [
        set kancing 0
      ]
      [
        set kancing (kancing - temp)
      ]
      set temp (temp - kancing)
    ]
  ]
  report true
  stop
]
set i (i + 1)
]
report false
]
if (items = 8)
[
  let i 0
  foreach n_kapasan
  [
    z -> let zz z
    ask turtle z
    [
      set transaction (transaction + 1)
    ]
    ask turtle z[set val (resleting + val)]
    if (val > quantity)
    [

```

Kode Program A.45 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (13)

```

let temp quantity
foreach range i
[
  x -> let xx x
  ask turtle item x n_kapasan
  [
    ifelse (temp > resleting)
    [
      set resleting 0
    ]
    [
      set resleting (resleting - temp)
    ]
    set temp (temp - resleting)
  ]
]
report true
stop
]
set i (i + 1)
]
report false
]
if (items = 9)
[
  let i 0
  foreach n_kapasan
  [
    z -> let zz z
    ask turtle z
    [
      set transaction (transaction + 1)
    ]
    ask turtle z[set val (aksesoris + val)]
    if (val > quantity)
    [
      let temp quantity
      foreach range i
      [
        x -> let xx x
        ask turtle item x n_kapasan
        [
          ifelse (temp > aksesoris)
          [

```

Kode Program A.46 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (14)

```

        set aksesoris 0
      ]
      [
        set aksesoris (aksesoris - temp)
      ]
      set temp (temp - aksesoris)
    ]
  ]
  report true
  stop
]
set i (i + 1)
]
report false
]
end

to-report all_nginden [items quantity]
  let n_nginden [who] of suppliers_nginden
  let val 0
  if (items = 10)
  [
    let i 0
    foreach n_nginden
    [
      z -> let zz z
      ask turtle z
      [
        set transaction (transaction + 1)
      ]
      ask turtle z[set val (bet + val)]
      if (val > quantity)
      [
        let temp quantity
        foreach range i
        [
          x -> let xx x
          ask turtle item x n_nginden
          [
            ifelse (temp > bet)
            [
              set bet 0
            ]
            [

```

Kode Program A.47 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (15)

```

        set bet (bet - temp)
    ]
    set temp (temp - bet)
]
]
report true
stop
]
set i (i + 1)
]
report false
]
end

```

Kode Program A.48 Pengaturan terhadap kuantitas bahan baku untuk masing-masing supplier (16)

D.10 Transaction Procedure

Transaction procedure meliputi pendefinisian untuk keseluruhan transaksi yang terjadi di dalam sistem. Transaksi tersebut meliputi setiap aktivitas yang dilakukan oleh *agent*, serta interaksi pertukaran informasi yang terjadi antar *agent*. Aktivitas tersebut dimulai ketika setiap pesanan permintaan pelanggan mulai dikerjakan oleh *factory*, yang mana berdasarkan pemesanan permintaan barang tersebut *factory* dapat melakukan perencanaan pengadaan bahan baku. Selanjutnya, *factory* akan menghubungi setiap *supplier* untuk melakukan pengadaan baku. Pihak *factory* akan terus menghubungi pihak *supplier* hingga seluruh bahan baku yang dibutuhkan telah terpenuhi. Ketika seluruh bahan baku terpenuhi, *factory* dapat melakukan aktivitas selanjutnya yakni aktivitas produksi. Transaksi dikatakan telah terpenuhi apabila pihak *factory* telah menghubungi *customer* untuk memberikan informasi bahwa pesanan permintaan telah selesai. Keseluruhan aktivitas tersebut akan menghasilkan keluaran yang diharapkan dari pembangunan simulasi ini, yakni jumlah interaksi yang terjadi antar setiap *agent* di dalam sistem. Berikut merupakan kode program untuk mendefinisikan setiap prosedur transaksi yang terjadi antar *agent* di dalam sistem.

```

to transactions
  ask customers
  [
    let activation []
    foreach range 10
    [
      set activation lput true activation
    ]
    let i 0
    foreach materials
    [
      x -> let xx x
      if (item i step = 2 and item i order_next_day = ticks)
      [
        if (x > 0)
        [
          let condition false
          if (i = 0 or i = 1 or i = 2)
          [
            set condition pucang i x
          ]
          if (i = 3)
          [
            set condition pabean i x
          ]
          if (i = 4)
          [
            set condition pasar_atom i x
          ]
          if (i = 5)
          [
            set condition dtc i x
          ]
          if (i = 6 or i = 7 or i = 8 or i = 9)
          [
            set condition kapasan i x
          ]
          if (i = 10)
          [
            set condition nginden i x
          ]

          ifelse (condition)
          [

```

Kode Program A.49 Pendefinisian terhadap keseluruhan proses pertukaraan informasi
(*customer-factory-supplier*) (1)

```

        set step replace-item i step 5
        set order_next_day replace-item i order_next_day
(ticks + 2)
    ]
    [
        set step replace-item i step 3
        set order_next_day replace-item i order_next_day
(ticks + 1)
    ]
]

if (item i step = 3 and item i order_next_day = ticks)
[
    if (x > 0)
    [
        let condition false
        if (i = 0 or i = 1 or i = 2)
        [
            set condition all_pucang i x
        ]
        if (i = 3)
        [
            set condition all_pabean i x
        ]
        if (i = 4)
        [
            set condition all_pasar_atom i x
        ]
        if (i = 5)
        [
            set condition all_dtc i x
        ]
        if (i = 6 or i = 7 or i = 8 or i = 9)
        [
            set condition all_kapasan i x
        ]
        if (i = 10)
        [
            set condition all_nginden i x
        ]

        ifelse (condition)
    [

```

Kode Program A.50 Pendefinisian terhadap keseluruhan proses pertukaraan informasi
(*customer-factory-supplier*) (2)

```

        set step replace-item i step 5
        set order_next_day replace-item i order_next_day
(ticks + 2)
    ]
    [
        ifelse (strategy = 1)
        [
            set step replace-item i step 2
        ]
        [
            set step replace-item i step 4
        ]
        set order_next_day replace-item i order_next_day
(ticks + 1)
    ]
]

    if ((strategy = 2 or strategy = 3) and item i step = 4
and item i order_next_day = ticks)
    [
        if (x > 0)
        [
            ask suppliers
            [
                set transaction (transaction + 1)
            ]
            set step replace-item i step 5
            set order_next_day replace-item i order_next_day
(ticks + Fast_Day_Sent)
        ]
    ]

; seragam
    if (item 0 step = 5 and item 3 step = 5 and item 6 step =
5 and item 7 step = 5 and item 8 step = 5 and item 10 step = 5)
    [
        let order_time (max (list (item 0 order_next_day) (item
3 order_next_day) (item 6 order_next_day) (item 7
order_next_day) (item 8 order_next_day) (item 10
order_next_day)))
        if (order_time = ticks and item 0 activation)
        [
            set max_time replace-item 0 max_time (ticks + item 0
max_time)

```

Kode Program A.51 Pendefinisian terhadap keseluruhan proses pertukaraan informasi
(*customer-factory-supplier*) (3)

```

        set activation replace-item 0 activation false
        set production_step replace-item 0 production_step 6
    ]
]
; baju
if (item 0 step = 5 and item 3 step = 5 and item 4 step =
5 and item 6 step = 5 and item 7 step = 5)
[
    let order_time (max (list (item 0 order_next_day) (item
3 order_next_day) (item 4 order_next_day) (item 6
order_next_day) (item 7 order_next_day)))
    if (order_time = ticks and item 1 activation)
    [
        set max_time replace-item 1 max_time (ticks + item 1
max_time)
        set activation replace-item 1 activation false
        set production_step replace-item 1 production_step 6
    ]
]

; batik
if (item 2 step = 5 and item 6 step = 5 and item 7 step =
5)
[
    let order_time (max (list (item 2 order_next_day) (item
6 order_next_day) (item 7 order_next_day)))
    if (order_time = ticks and item 2 activation)
    [
        set max_time replace-item 2 max_time (ticks + item 2
max_time)
        set activation replace-item 2 activation false
        set production_step replace-item 2 production_step 6
    ]
]

; kaos
if (item 5 step = 5 and item 6 step = 5 and item 7 step =
5)
[
    let order_time (max (list (item 5 order_next_day) (item
6 order_next_day) (item 7 order_next_day)))
    if (order_time = ticks and item 3 activation)
    [
        set max_time replace-item 3 max_time (ticks + item 3
max_time)

```

Kode Program A.52 Pendefinisian terhadap keseluruhan proses pertukaraan informasi
(*customer-factory-supplier*) (4)

```

        set activation replace-item 3 activation false
        set production_step replace-item 3 production_step 6
    ]
]

; celemek
if (item 1 step = 5 and item 6 step = 5)
[
    let order_time (max (list (item 1 order_next_day) (item
6 order_next_day)))
    if (order_time = ticks and item 4 activation)
    [
        set max_time replace-item 4 max_time (ticks + item 4
max_time)
        set activation replace-item 4 activation false
        set production_step replace-item 4 production_step 6
    ]
]

; busana muslim
if (item 0 step = 5 and item 3 step = 5 and item 4 step =
5 and item 6 step = 5 and item 7 step = 5 and item 9 step = 5)
[
    let order_time (max (list (item 0 order_next_day) (item
3 order_next_day) (item 4 order_next_day) (item 6
order_next_day) (item 7 order_next_day) (item 9
order_next_day)))
    if (order_time = ticks and item 5 activation)
    [
        set max_time replace-item 5 max_time (ticks + item 5
max_time)
        set activation replace-item 5 activation false
        set production_step replace-item 5 production_step 6
    ]
]

; kemeja
if (item 0 step = 5 and item 3 step = 5 and item 6 step =
5 and item 7 step = 5)
[
    let order_time (max (list (item 0 order_next_day) (item
3 order_next_day) (item 6 order_next_day) (item 7
order_next_day)))
    if (order_time = ticks and item 6 activation)
    [

```

Kode Program A.53 Pendefinisian terhadap keseluruhan proses pertukaraan informasi
(*customer-factory-supplier*) (5)

```

        set max_time replace-item 6 max_time (ticks + item 6
max_time)
        set activation replace-item 6 activation false
        set production_step replace-item 6 production_step 6
    ]
]

; dasi
if (item 0 step = 5 and item 3 step = 5 and item 4 step =
5 and item 6 step = 5)
[
    let order_time (max (list (item 0 order_next_day) (item
3 order_next_day) (item 4 order_next_day) (item 6
order_next_day)))
    if (order_time = ticks and item 7 activation)
    [
        set max_time replace-item 7 max_time (ticks + item 7
max_time)
        set activation replace-item 7 activation false
        set production_step replace-item 7 production_step 6
    ]
]

; atasan
if (item 0 step = 5 and item 3 step = 5 and item 4 step =
5 and item 6 step = 5 and item 7 step = 5)
[
    let order_time (max (list (item 0 order_next_day) (item
3 order_next_day) (item 4 order_next_day) (item 6
order_next_day) (item 7 order_next_day)))
    if (order_time = ticks and item 8 activation)
    [
        set max_time replace-item 8 max_time (ticks + item 8
max_time)
        set activation replace-item 8 activation false
        set production_step replace-item 8 production_step 6
    ]
]

; bawahan
if (item 0 step = 5 and item 3 step = 5 and item 6 step =
5 and item 7 step = 5 and item 8 step = 5)
[
    let order_time (max (list (item 0 order_next_day) (item
3 order_next_day) (item 6 order_next_day) (item 7
order_next_day) (item 8 order_next_day)))

```

Kode Program A.54 Pendefinisian terhadap keseluruhan proses pertukaraan informasi
(*customer-factory-supplier*) (6)

```

        if (order_time = ticks and item 9 activation)
        [
            set max_time replace-item 9 max_time (ticks + item 9
max_time)
            set activation replace-item 9 activation false
            set production_step replace-item 9 production_step 6
        ]
    ]
    set i (i + 1)
]
]
ask customers
[
    if (transmission_things)
    [
        set next_day (max max_time)
        foreach range 11
        [
            x -> let xx x
            set step replace-item x step 7
        ]
    ]
    if (item 0 step = 7 and next_day = ticks)
    [
        foreach range 10
        [
            x -> let xx x
            set max_time replace-item x max_time 0
        ]

        foreach range 11
        [
            x -> let xx x
            set step replace-item x step 0
        ]

        set color blue

        foreach range 10
        [
            x -> let xx x
            set production_step replace-item x production_step 0
        ]
    ]
]

```

Kode Program A.55 Pendefinisian terhadap keseluruhan proses pertukaraan informasi
(*customer-factory-supplier*) (7)

```

    foreach range 11
    [
      x -> let xx x
      set order_next_day replace-item x order_next_day ticks
    ]
    set next_day (next_day + 1)

    foreach range 10
    [
      x -> let xx x
      set bool_order replace-item x bool_order false
    ]
  ]
end

```

Kode Program A.56 Pendefinisian terhadap keseluruhan proses pertukaraan informasi (*customer-factory-supplier*) (8)

D.10.1 Transmission Procedure

Transmission procedure merupakan sub bagian dari proses *transaction procedure*, dimana fungsi *transmission* berfungsi untuk memastikan bahwa seluruh kebutuhan bahan baku telah terpenuhi. Fungsi tersebut diperlukan bagi *factory* dalam proses produksi, sehingga pihak *factory* tidak akan melakukan proses produksi sebelum seluruh kebutuhan bahan baku tersedia.

```

to-report transmission_things
  let cnt 0
  foreach bool_order
  [
    x -> let xx x
    if (x)
    [
      set cnt (cnt + 1)
    ]
  ]

  ifelse (cnt > 0)
  [

```

Kode Program A.57 Pengaturan terhadap pemenuhan kebutuhan bahan baku produksi (1)

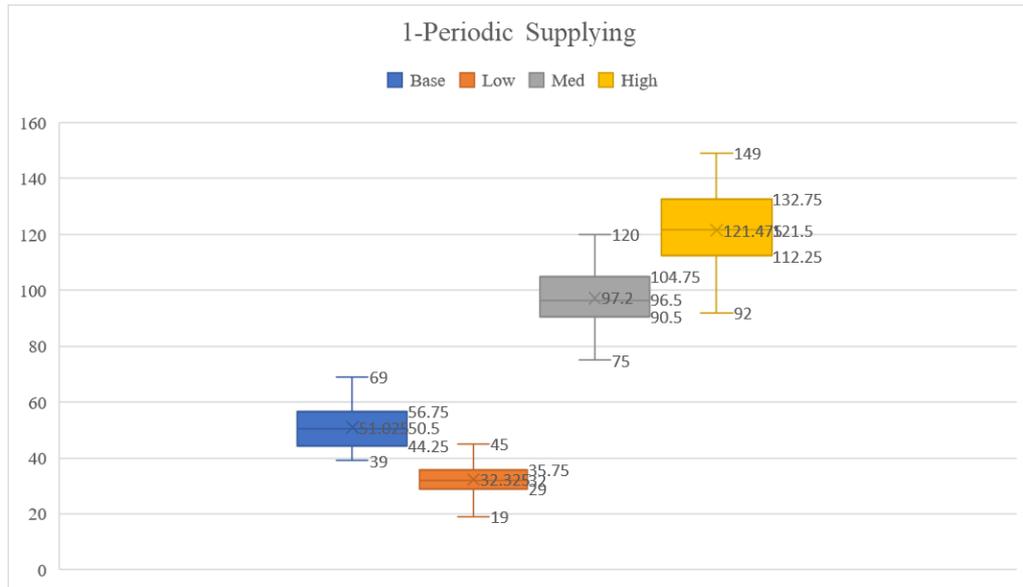
```
foreach range 10
[
  x -> let xx x
  if (item x bool_order)
  [
    if (item x production_step != 6)
    [
      report false
      stop
    ]
  ]
]
report true
]
[
  report false
]
end
```

Kode Program A.58 Pengaturan terhadap pemenuhan kebutuhan bahan baku produksi (1)

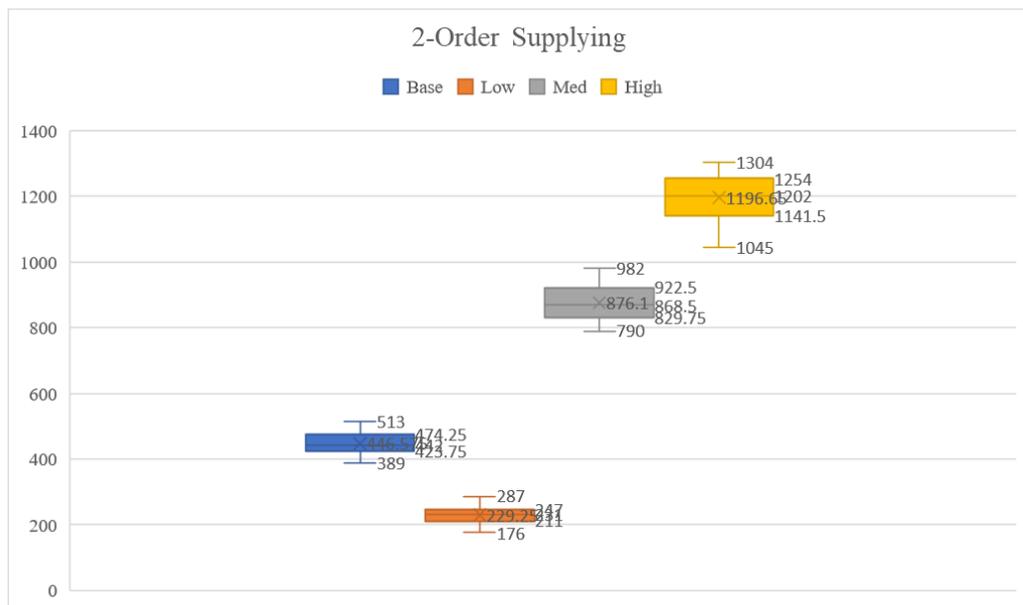
LAMPIRAN B

PERTUKARAN INFORMASI ANTARA FACTORY DENGAN SETIAP SUPPLIER

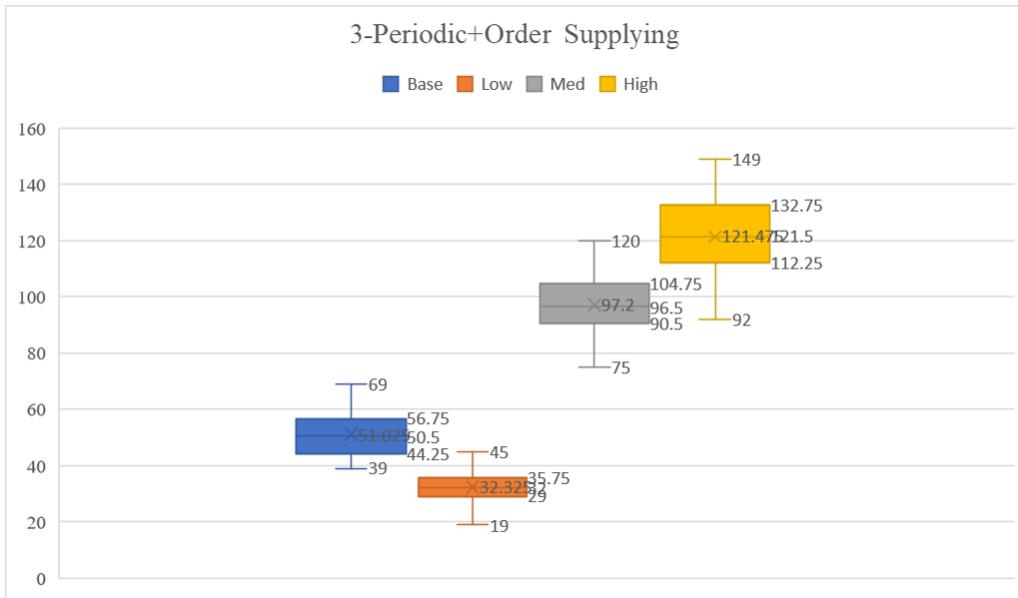
B.1 Pucang



Gambar B.1 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara *factory* dengan *supplier* Pucang (*1-Periodic Supplying*)

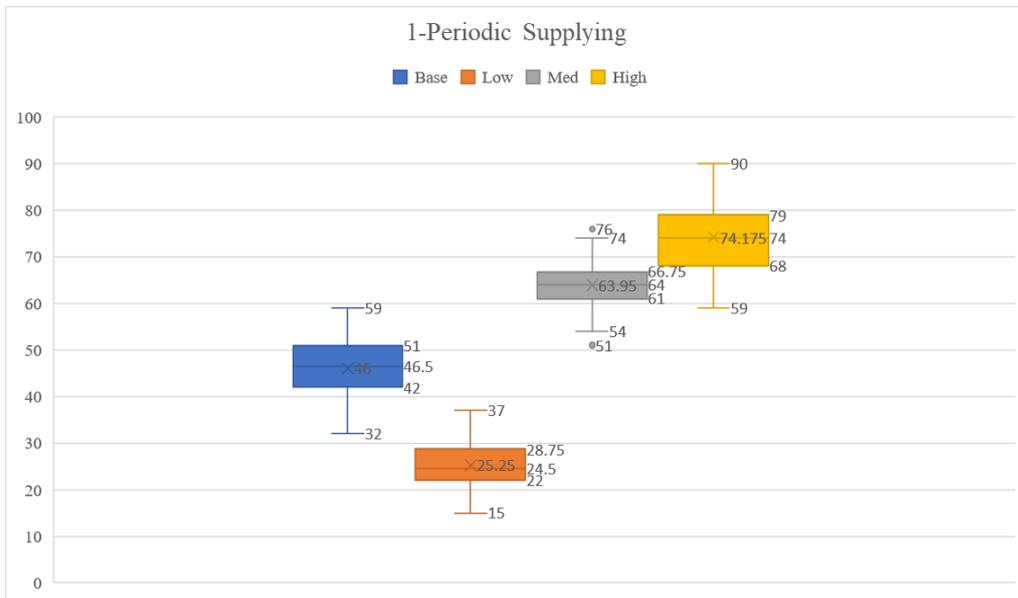


Gambar B.2 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara *factory* dengan *supplier* Pucang (*2-Order Supplying*)

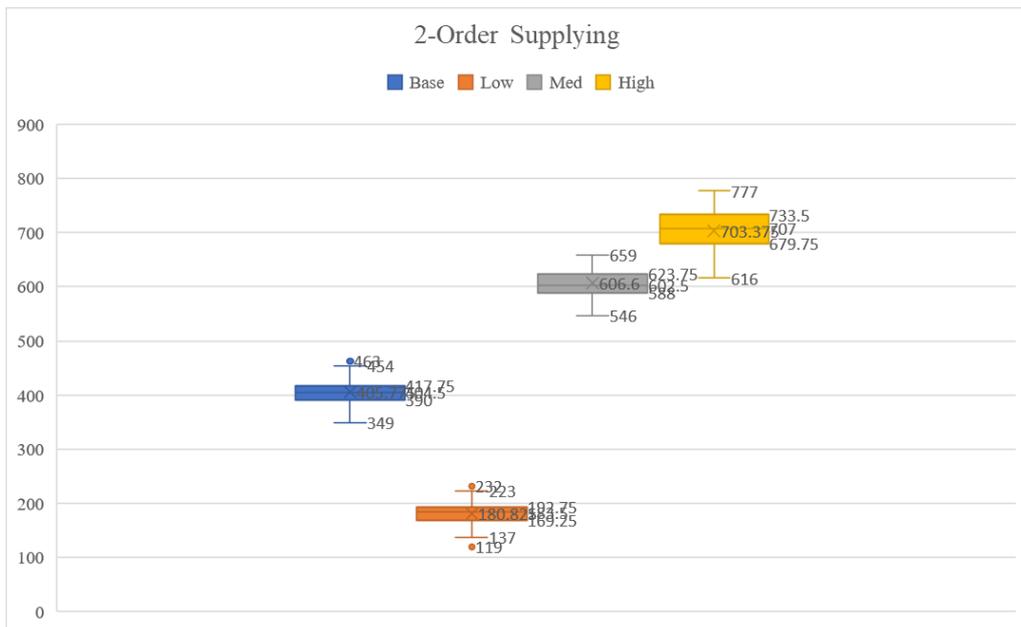


Gambar B.3 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara *factory* dengan *supplier* Pucang (*3-Periodic+Order Supplying*)

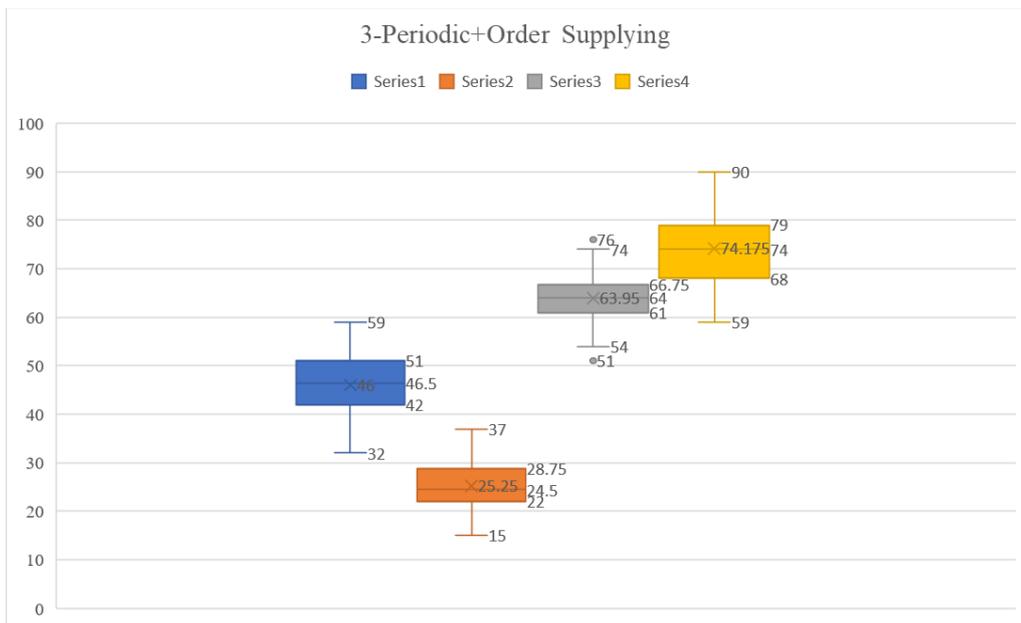
B.2 Pabean



Gambar B.4 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara *factory* dengan *supplier* Pabean (*1-Periodic Supplying*)

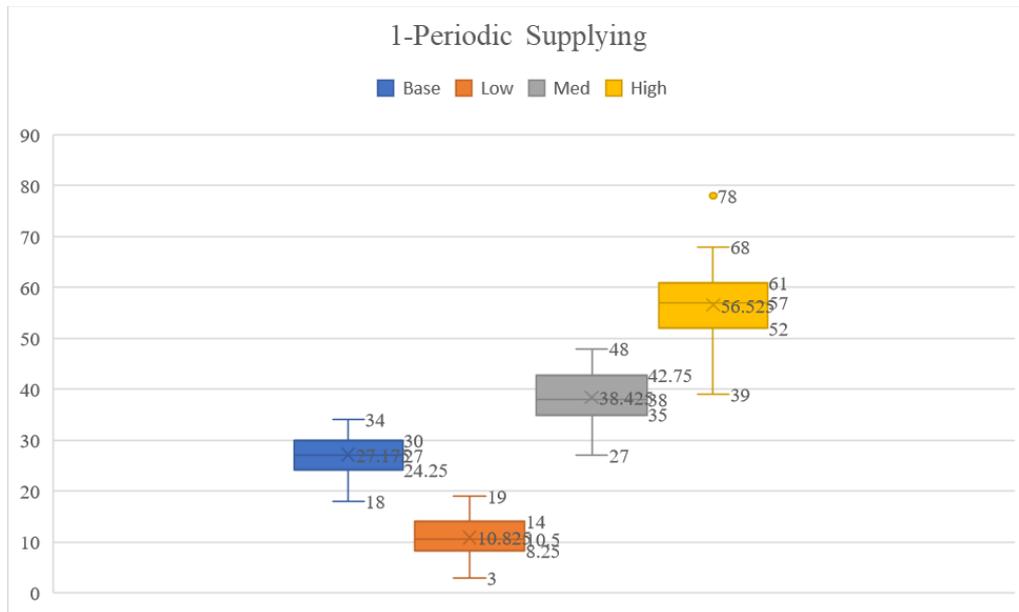


Gambar B.5 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara *factory* dengan *supplier* Pabean (2-Order Supplying)

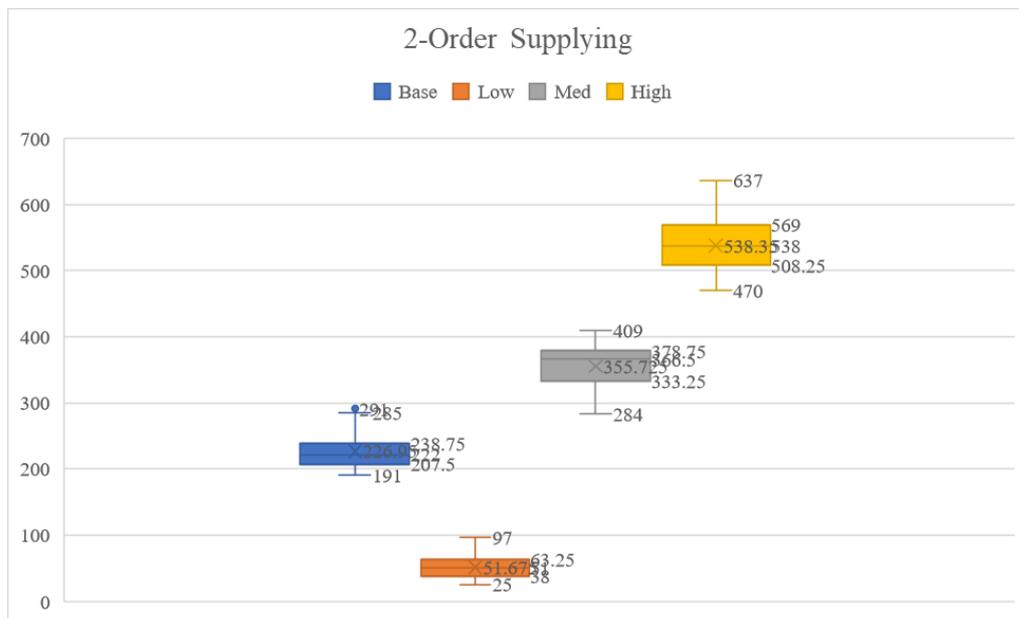


Gambar B.6 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara *factory* dengan *supplier* Pabean (3-Periodic+Order Supplying)

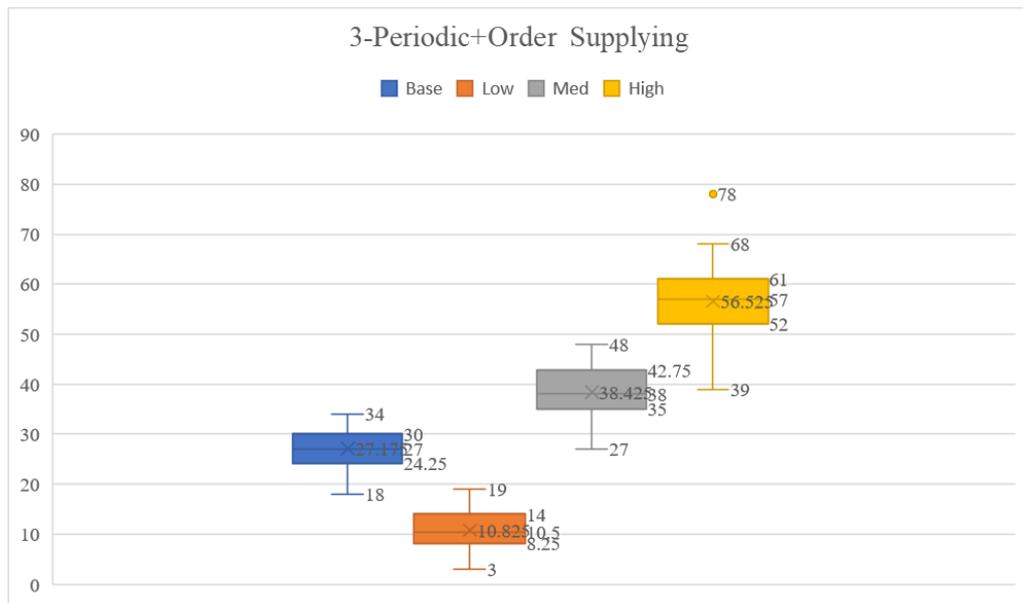
B.3 Pasar Atom



Gambar B.7 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara *factory* dengan *supplier* Pasar Atom (*1-Periodic Supplying*)

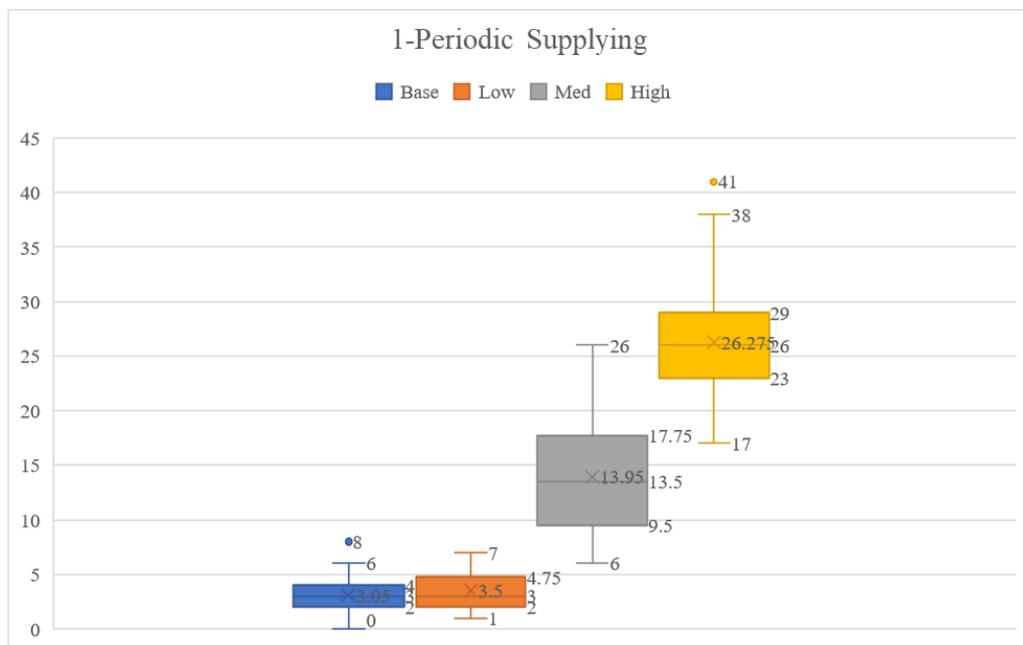


Gambar B.8 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara *factory* dengan *supplier* Pasar Atom (*2-Order Supplying*)

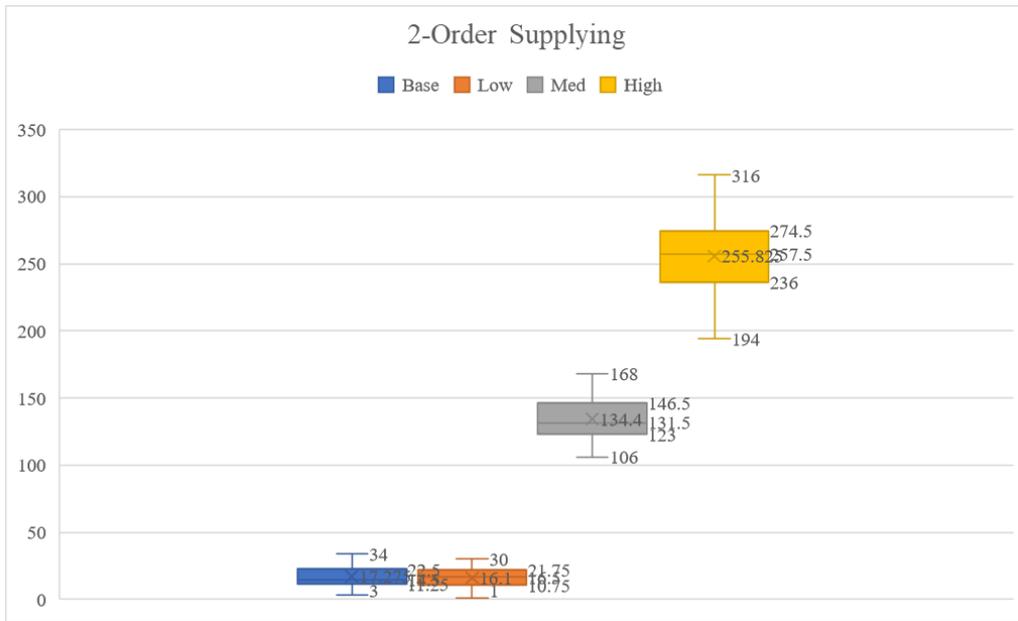


Gambar B.9 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara factory dengan supplier Pasar Atom (*3-Periodic+Order Supplying*)

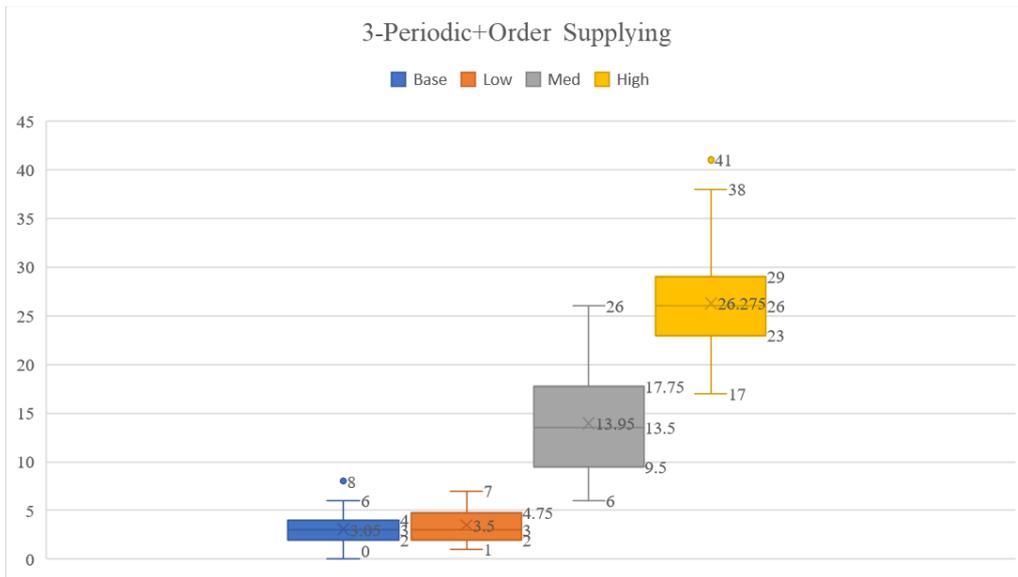
B.4 DTC



Gambar B.10 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara factory dengan supplier DTC (*1-Periodic Supplying*)

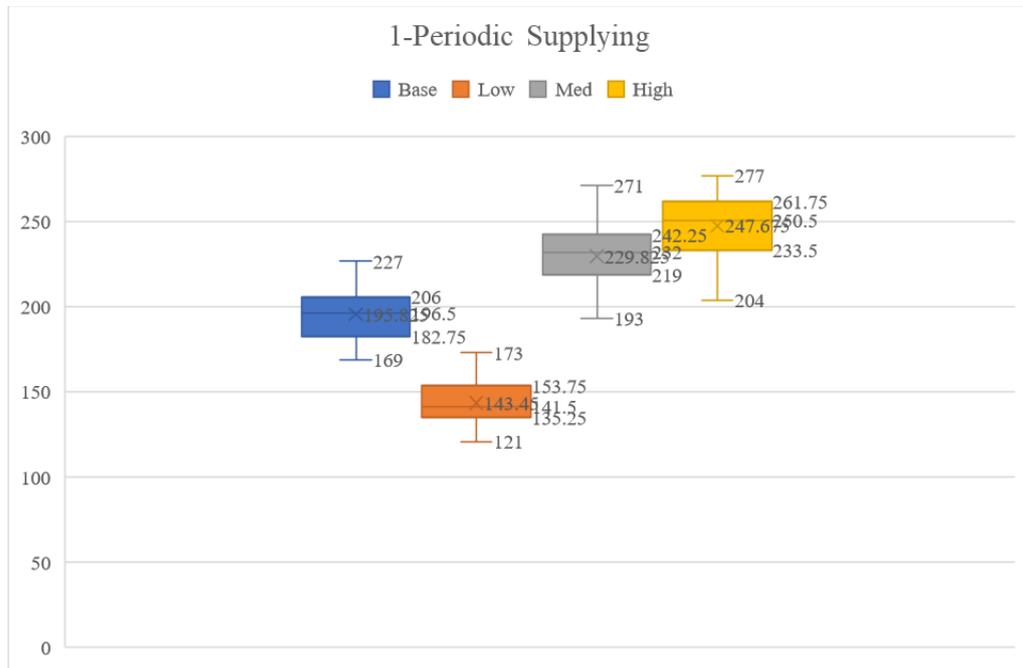


Gambar B.11 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara *factory* dengan *supplier* DTC (2-Order Supplying)

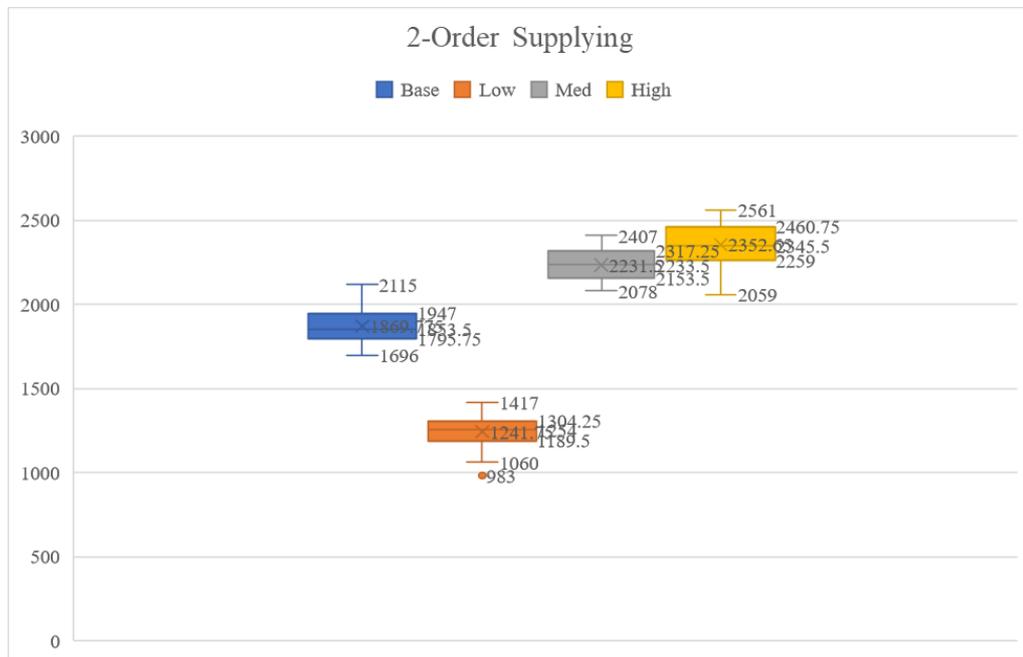


Gambar B.12 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara *factory* dengan *supplier* DTC (3-Periodic+Order Supplying)

B.5 Kapasan



Gambar B.13 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara *factory* dengan *supplier* Kapasan (1-Periodic Supplying)

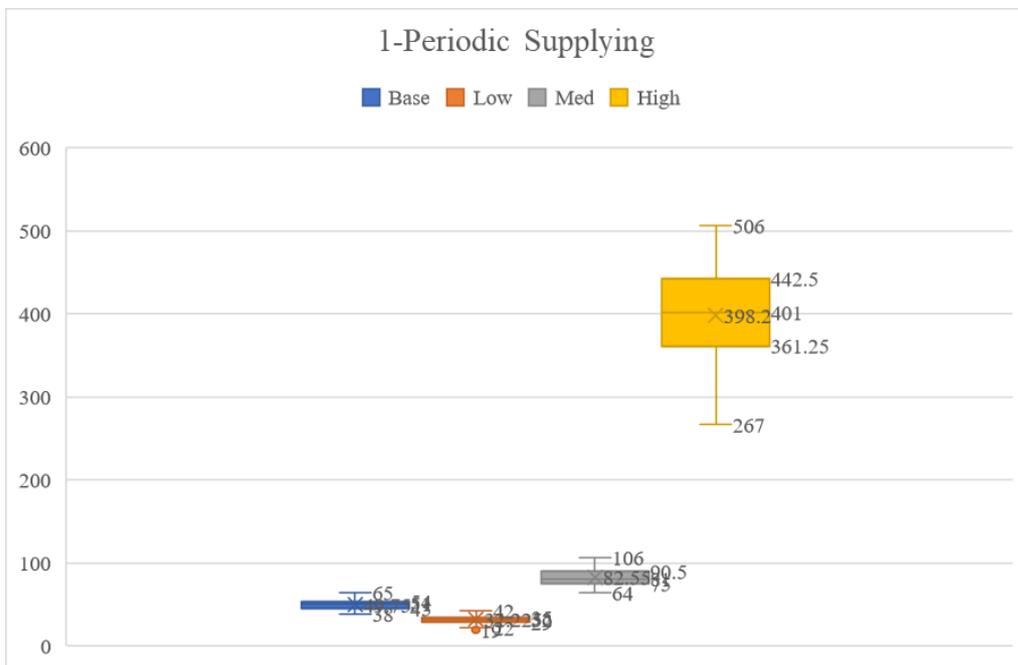


Gambar B.14 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara *factory* dengan *supplier* Kapasan (2-Order Supplying)

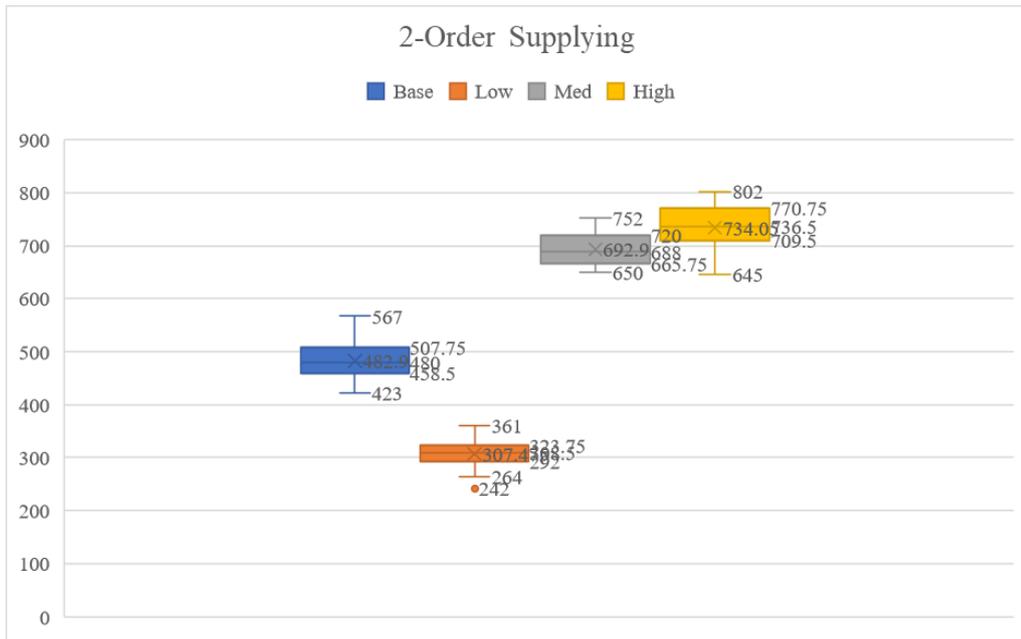


Gambar B.15 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara *factory* dengan *supplier* Kapasan (*3-Periodic+Order Supplying*)

B.6 Nginden



Gambar B.16 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara *factory* dengan *supplier* Nginden (*1-Periodic Supplying*)



Gambar B.17 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara *factory* dengan *supplier* Nginden (*2-Order Supplying*)



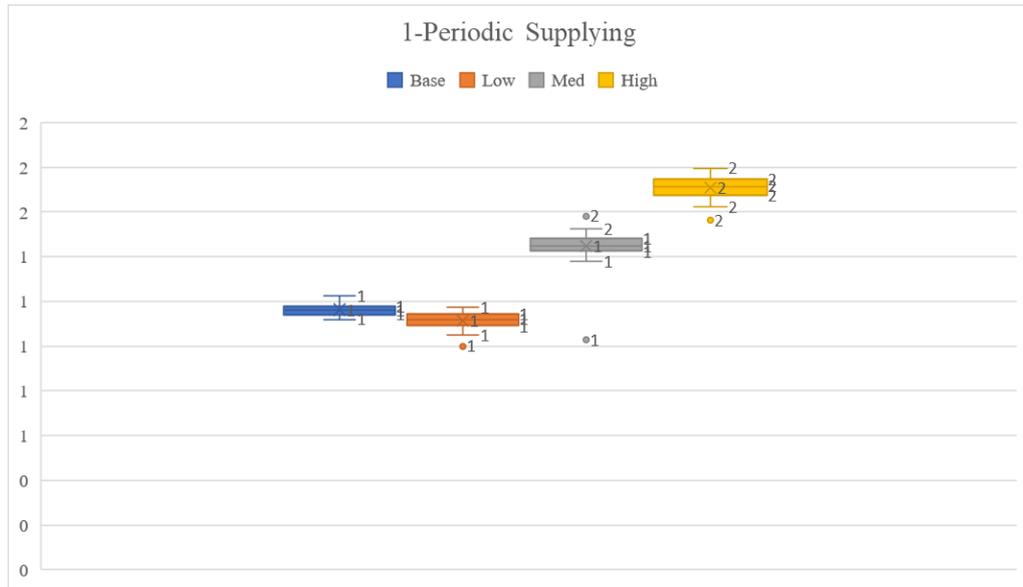
Gambar B.18 Skenario Skenario B, pertukaran informasi antara *factory* dengan *supplier* Nginden (*3-Periodic+Order Supplying*)

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN C

RATA-RATA SUPPLIER YANG TERLIBAT DALAM SETIAP TRANSAKSI

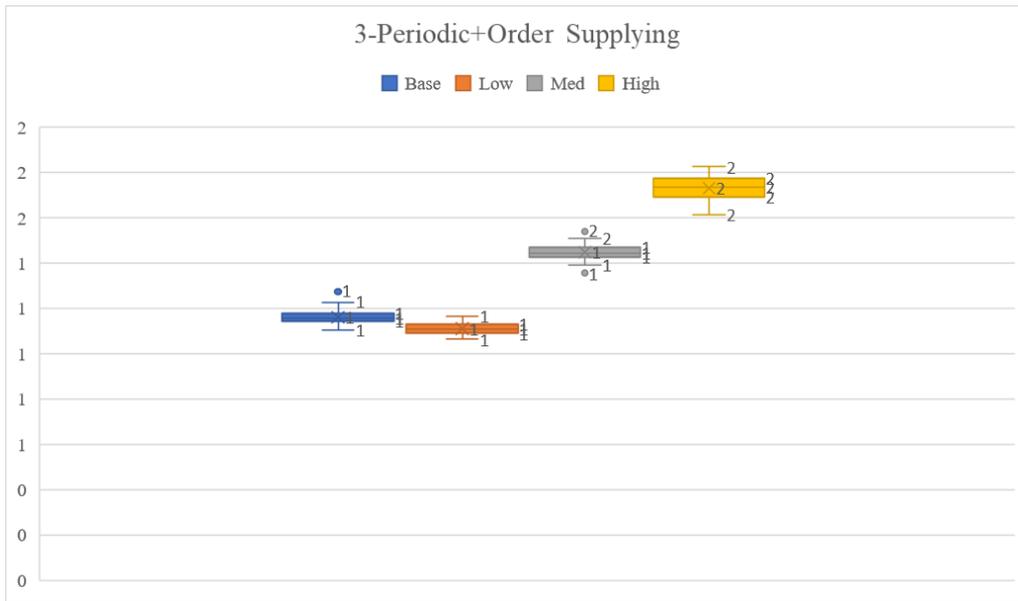
C.1 Pucang



Gambar C.19 Skenario Skenario B, supplier Pucang yang terlibat dalam transaksi (1-Periodic Supplying)

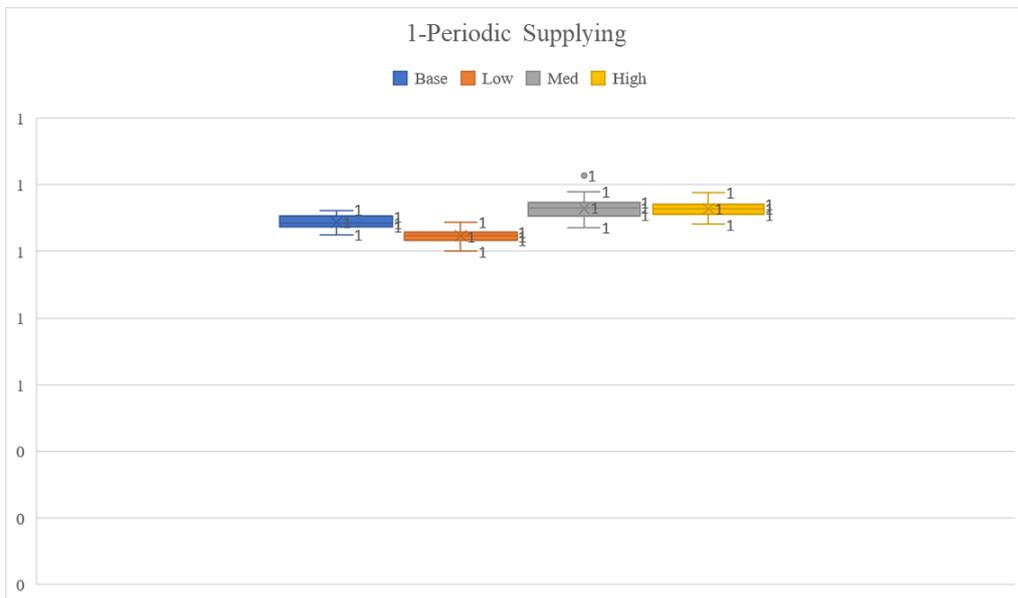


Gambar C.20 Skenario Skenario B, supplier Pucang yang terlibat dalam transaksi (2-Order Supplying)



Gambar C.21 Skenario Skenario B, supplier Pucang yang terlibat dalam transaksi (3-Periodic+Order Supplying)

C.2 Pabean



Gambar C.22 Skenario Skenario B, supplier Pabean yang terlibat dalam transaksi (1-Periodic Supplying)



Gambar C.23 Skenario Skenario B, supplier Pabean yang terlibat dalam transaksi (2-Order Supplying)

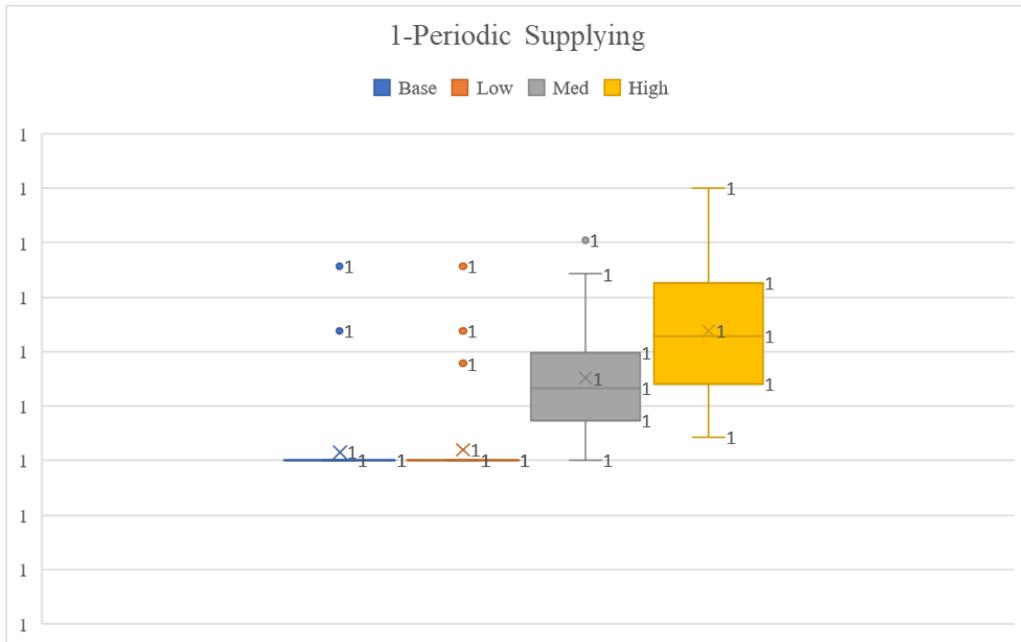


Gambar C.24 Skenario Skenario B, supplier Pabean yang terlibat dalam transaksi (3-Periodic+Order Supplying)

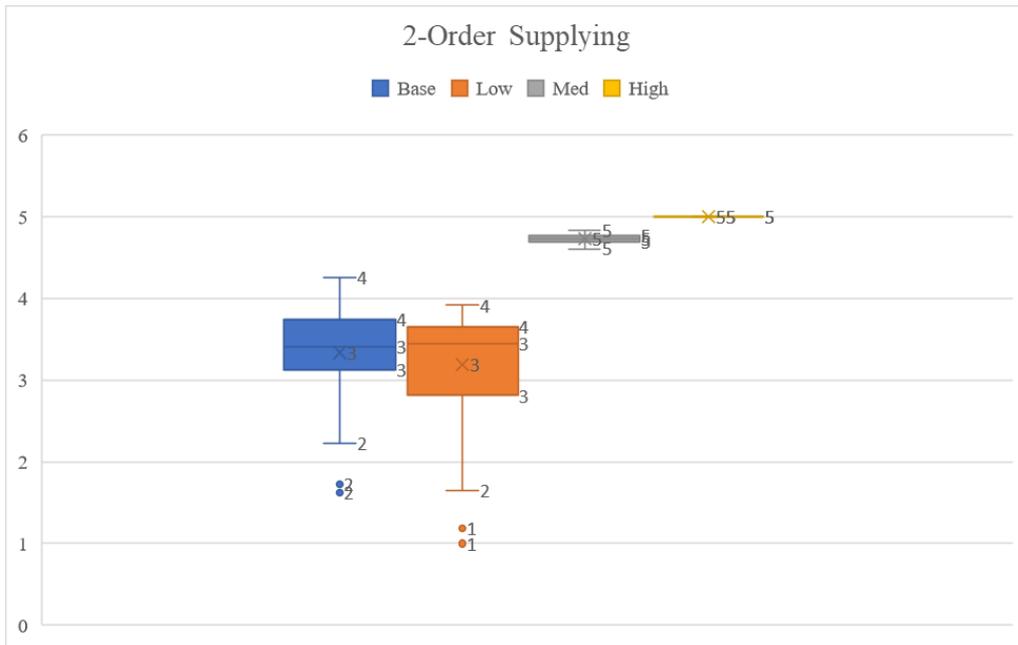


Gambar C.27 Skenario Skenario B, supplier Pasar Atom yang terlibat dalam transaksi (3-Periodic+Order Supplying)

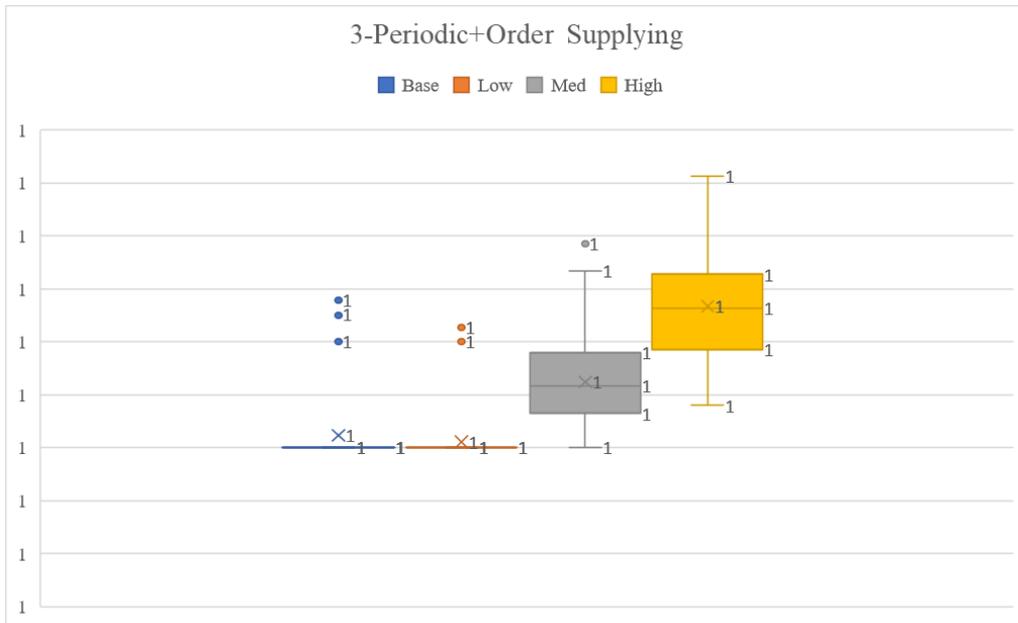
C.4 DTC



Gambar C.28 Skenario Skenario B, supplier DTC yang terlibat dalam transaksi (1-Periodic Supplying)

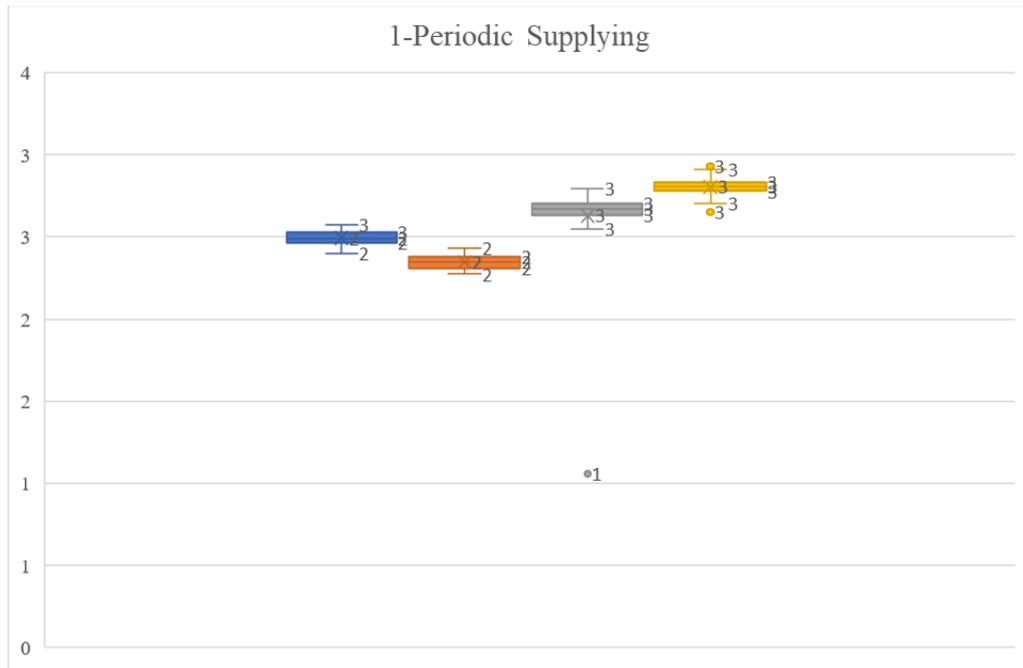


Gambar C.29 Skenario Skenario B, supplier DTC yang terlibat dalam transaksi (2-Order Supplying)



Gambar C.30 Skenario Skenario B, supplier DTC yang terlibat dalam transaksi (3-Periodic+Order Supplying)

C.5 Kapasan



Gambar C.31 Skenario Skenario B, supplier Kapasan yang terlibat dalam transaksi (1-Periodic Supplying)

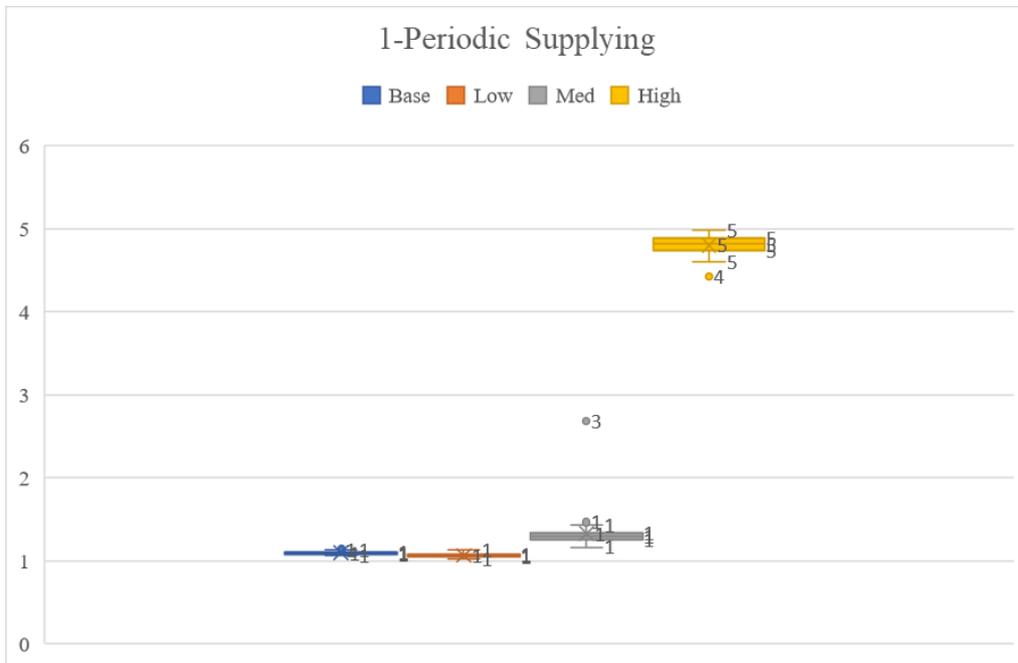


Gambar C.32 Skenario Skenario B, supplier Kapasan yang terlibat dalam transaksi (2-Order Supplying)



Gambar C.33 Skenario Skenario B, supplier Kapasan yang terlibat dalam transaksi (3-Periodic+Order Supplying)

C.6 Nginden



Gambar C.34 Skenario Skenario B, supplier Nginden yang terlibat dalam transaksi (1-Periodic Supplying)



Gambar F.35 Skenario Skenario B, supplier Nginden yang terlibat dalam transaksi (2-Order Supplying)



Gambar C.36 Skenario Skenario B, supplier Nginden yang terlibat dalam transaksi (3-Periodic+Order Supplying)

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Estu Rizky Huddinia dan biasa dikenal dengan nama Estu atau Dini, lahir di Jombang pada tanggal 23 Oktober 1993, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis menempuh Pendidikan formal selama 16 tahun yakni di SDN Mancar 1 Peterongan, SMPN Negeri 1 Jombang, SMAN 2 Jombang, dan S1 Sistem Informasi ITS Surabaya. Pendidikan Sarjana dijalani oleh penulis selama 4 tahun (2012-2016), dan lulus dengan IPK 3.53 sehingga penulis sangat bersyukur dapat menyanggah gelar sarjana dengan predikat penghargaan *Cumlaude*/ lulus dengan pujian.

Seusai lulus pendidikan Sarjana (S1) dengan gelas S. Kom., penulis memperoleh beasiswa *Freshgraduate* dari ITS untuk dapat langsung melanjutkan pendidikan Magister (S2) di Jurusan Sistem Informasi, Bidang Keahlian Sistem Enterprise, Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi, ITS Surabaya. Ketertarikan penulis pada manajemen sistem enterprise, menggiring penulis untuk terjun dan mendalami manajemen rantai pasok sebagai topik utama dalam melakukan penelitian selama menempuh pendidikan S2.

Selain menjalani pendidikan S1 ataupun S2, kecintaanya terhadap dunia belajar mengajar membuat penulis sangat aktif dalam mendedikasikan dirinya untuk menjadi asisten dosen di berbagai mata kuliah dan menjajal beberapa proyek TI bersama dosen. Hal tersebut menjadikan penulis semakin yakin dalam melanjutkan jenjang pendidikan yang lebih tinggi untuk meraih cita-citanya sebagai dosen.

Jika terdapat pertanyaan atau ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai topik dalam penelitian ini, penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* esturizky@gmail.com. Semangat belajar dan bermanfaat bagi sesama!

Halaman ini sengaja dikosongkan