



TESIS - TI142307

ANALISIS PENGARUH *COMPONENT COMMONALITY* TERHADAP *SCHEDULE INSTABILITY, SERVICE LEVEL, DAN TOTAL BIAYA* PADA SISTEM *MAKE-TO-ORDER* RANTAI PASOK *TWO-STAGE* MELALUI ADANYA MEKANISME KORDINASI

MOCH. ALDY ANWAR
2511 203 206

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., CSCP.
Imam Baihaqi, ST, M.Sc, Ph.D

PROGRAM MAGISTER

BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN LOGISTIK DAN RANTAI PASOK

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2016



TESIS - TI142307

***ANALYSIS OF COMPONENT COMMONALITY TO
SCHEDULE INSTABILITY, SERVICE LEVEL, AND
TOTAL COST AT MAKE-TO-ORDER SYSTEM IN
TWO STAGE OF SUPPLY CHAIN THROUGH
COORDINATION MECHANISM***

MOCH. ALDY ANWAR
2511 203 206

SUPERVISOR

Prof. Dr. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., CSCP.
Imam Baihaqi, ST, M.Sc, Ph.D

MAGISTER PROGRAM

PROGRAM STUDY LOGISTIC AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016

**ANALISIS PENGARUH *COMPONENT COMMONALITY*
TERHADAP *SCHEDULE INSTABILITY, SERVICE LEVEL,*
DAN TOTAL BIAYA PADA SISTEM *MAKE-TO-ORDER*
RANTAI PASOK *TWO-STAGE* MELALUI ADANYA
MEKANISME KORDINASI**

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

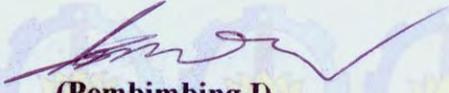
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

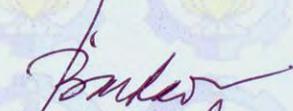
Oleh:
MOCH. ALDY ANWAR
NRP 2511 203 006

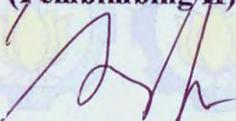
Tanggal Ujian : 20 Januari 2016
Periode Wisuda : Maret 2016

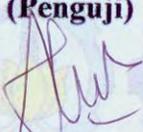
Disetujui oleh:

1. Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., CSCP.
NIP. 196901071994121001
2. Imam Baihaqi, S.T., M.Sc., Ph.D
NIP. 197007211997021001
3. Prof. Dr. Ir. Budi Santosa, M.S., Ph.D.
NIP. 196905121994021001
4. Dr. Eng. Ir. Ahmad Rusdiansyah, M.Eng., CSCP.
NIP. 196811091995031003


(Pembimbing I)

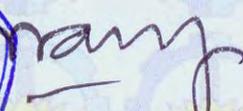

(Pembimbing II)


(Penguji)


(Penguji)



Direktur Program Pascasarjana,


Prof. Ir. Djauhar Manfaat, M.Sc., Ph.D

NIP. 19601202 198701 1 001

ANALISIS PENGARUH *COMPONENT COMMONALITY* TERHADAP *SCHEDULE INSTABILITY*, *SERVICE LEVEL*, DAN TOTAL BIAYA PADA SISTEM *MAKE-TO-ORDER* RANTAI PASOK *TWO-STAGE* MELALUI ADANYA MEKANISME KORDINASI

Nama Mahasiswa : Mochammad Aldy Anwar

NRP : 2511 203 206

Pembimbing : Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., Ph.D., CSCP

Co-Pembimbing : Imam Baihaqi, ST, M.Sc, Ph.D

ABSTRAK

Ketidakstabilan dalam perencanaan produksi (atau yang lebih dikenal dengan nama *schedule instability*) seringkali terjadi. Hal ini membuat perusahaan perusahaan melakukan berbagai upaya untuk meminimalkan tingkat ketidakstabilan tersebut. Dalam penelitian ini, akan mencoba menganalisis pengaruh *component commonality* (penggunaan komponen yang sama dalam struktur produk yang berbeda) tertentu terhadap tingkat *schedule instability*, *service level* dan *total cost* pada sistem rantai pasok *two-stage* yang terdiri dari satu pemanufaktur dan satu pemasok yang saling terintegrasi melalui mekanisme kordinasi (berbagi informasi berkaitan dengan order pesanan). Beragam kondisi operasional yang berbeda juga dipertimbangkan seperti: variabilitas dan ketidakpastian permintaan, *cost structure*, struktur dan level produk, serta kebijakan persediaan yang diterapkan oleh perusahaan menjadi bagian yang diamati dalam studi ini. Penelitian ini akan dilakukan melalui studi eksperimen faktorial penuh (*full factorial experiment*).

Hasil dari penelitian ini didapat bahwa melalui adanya mekanisme kordinasi mampu mereduksi tingkat *schedule instability* pada masing-masing entitas baik manufaktur dan pemasok. Selain itu, melalui kordinasi juga mampu menghilangkan transfer resiko yang kerap kali dilakukan manufaktur terhadap pemasok dalam bagian perencanaan produksi. Kebijakan *component commonality* yang diterapkan mampu mereduksi *schedule instability* dan total biaya serta mampu meningkatkan *service level* baik pada entitas manufaktur ataupun pemasok. Kondisi operasional seperti *cost structure* manufaktur ternyata juga memiliki pengaruh positif pada ketiga kinerja dalam penelitian ini.

Kata Kunci: *Component commonality*, *schedule instability*, rantai pasok *two-stage*, *service level*, *total cost*.

ANALYSIS OF COMPONENT COMMONALITY TO SCHEDULE INSTABILITY, SERVICE LEVEL, AND TOTAL COST AT MAKE-TO-ORDER SYSTEM IN TWO STAGE OF SUPPLY CHAIN THROUGH COORDINATION MECHANISM

Name : Mochammad Aldy Anwar
NRP : 2511 203 206
Supervisor : Prof. Ir.I Nyoman Pujawan, M.Eng., Ph.D., CSCP
Co-Supervisor : Imam Baihaqi, ST., M.Sc, Ph.D

ABSTRACT

The instability in production planning (or more known as schedule instability) is always happened. It causes the companies to reduce the level of instability. This research try to analyze the influence of component commonality (the using of common component in the different product structure) to the level of schedule instability, service level, and total cost of two stage supply chain, involved one manufacturer and one supplier which is integrated each other through by coordination mechanism (information sharing related to ordering*order information). A variety of different operational condition is also considered, such as : variability, uncertainty demand, cost structure, structure and level product, and inventory policy which is implemented by company. Those are be parts of this research. This research used full factorial experiment study.

The result of this research is gotten by coordination mechanism which is could reduce the level of schedule instability in every entity such as manufacturer and supplier. Beside that, this coordination also could reduce the risk of transfer which is always done by manufacturer to supplier at production planning. The policy of component commonality could reduce schedule instability and total cost, but could increase service level in manufacturer and supplier. Operational condition such as cost structure of manufacturer also has positive influence to three performance of this research.

Kata Kunci: *Component commonality, schedule instability, two-stage supply chain, service level, total cost.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya hingga terselesaikannya Tesis dengan judul ” **Analisis Pengaruh *Component Commonality* Terhadap *Schedule Instability*, *Service Level*, dan Total Biaya pada Sistem *Make-To-Order* Rantai Pasok *Two-Stage*”** sebagai salah satu persyaratan akademis dalam rangka menyelesaikan kuliah di Program Pasca Sarjana Fakultas Teknologi Industri bidang konsentrasi Logistik dan Manajemen Rantai Pasok di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada :

1. Kedua orang tua, Sohibul Burhan dan Annisa, dan saudara-saudaraku, Sony Wahyudi, Aulia Rahmadhani, Ahmad Fatih F. dan Dinnie atas segala doa, dukungan, semangat, dan kasih sayang sehingga terselesaikannya tesis ini.
2. Rektor ITS, Direktur Pascasarjana ITS, Ketua Jurusan Teknik Industri ITS dan Ketua Program Pascasarjana Teknik Industri ITS. Pembimbing utama Bapak **Prof. Ir. I Nyoman Pujawan, M.Eng., CSCP** dan Co-Pembimbing Bapak **Imam Baihaqi, ST, M.Sc, Ph.D** yang tidak henti-hentinya memberikan bimbingan dan motivasi mulai dari proses belajar mengajar di kelas hingga terwujudnya tesis ini. Terima kasih atas juga atas diskusi dan masukan yang sangat berharga dalam menyelesaikan tesis ini.
3. Seluruh dosen pengajar di Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember, yang telah banyak memberikan tambahan ilmu pengetahuan dan wawasan selama masa perkuliahan.
4. Nurul Chairany yang tidak henti memberikan doa dan dukungan selama proses perkuliahan sampai saat ini.
5. Sahabat-sahabat tercintaku di Surabaya Hafid Syaifullah, Abd. Jumali dan keluarga, Istianah Muslim, Anggita Profita, Brav Deva, Fiqihesa Putamawa, Seta Wiriawan, Bisrul Jawad, Suluh Elman, Evi, dan Melati Kurniawati yang bersedia mendengar keluh kesah penulis dan juga selalu memberikan

dukungan dan bantuan. Terima kasih atas segala bantuan, masukan, kesabaran, doa, dan kasih sayangnya.

6. Rekan-rekan S2 TI ITS yang telah banyak memberikan dukungan selama perkuliahan yang tak sempat saya tuliskan satu persatu.
7. Semua pihak yang belum disebutkan, terima kasih atas doa dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa tesis ini jauh dari sempurna. Karenanya, kritik dan saran sangat dibutuhkan sebagai masukan untuk mengembangkan ini. Akhirnya, semoga proposal ini dapat bermanfaat bagi kita dan bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Surabaya, Desember 2015

Moch. Aldy Anwar

DAFTAR ISI

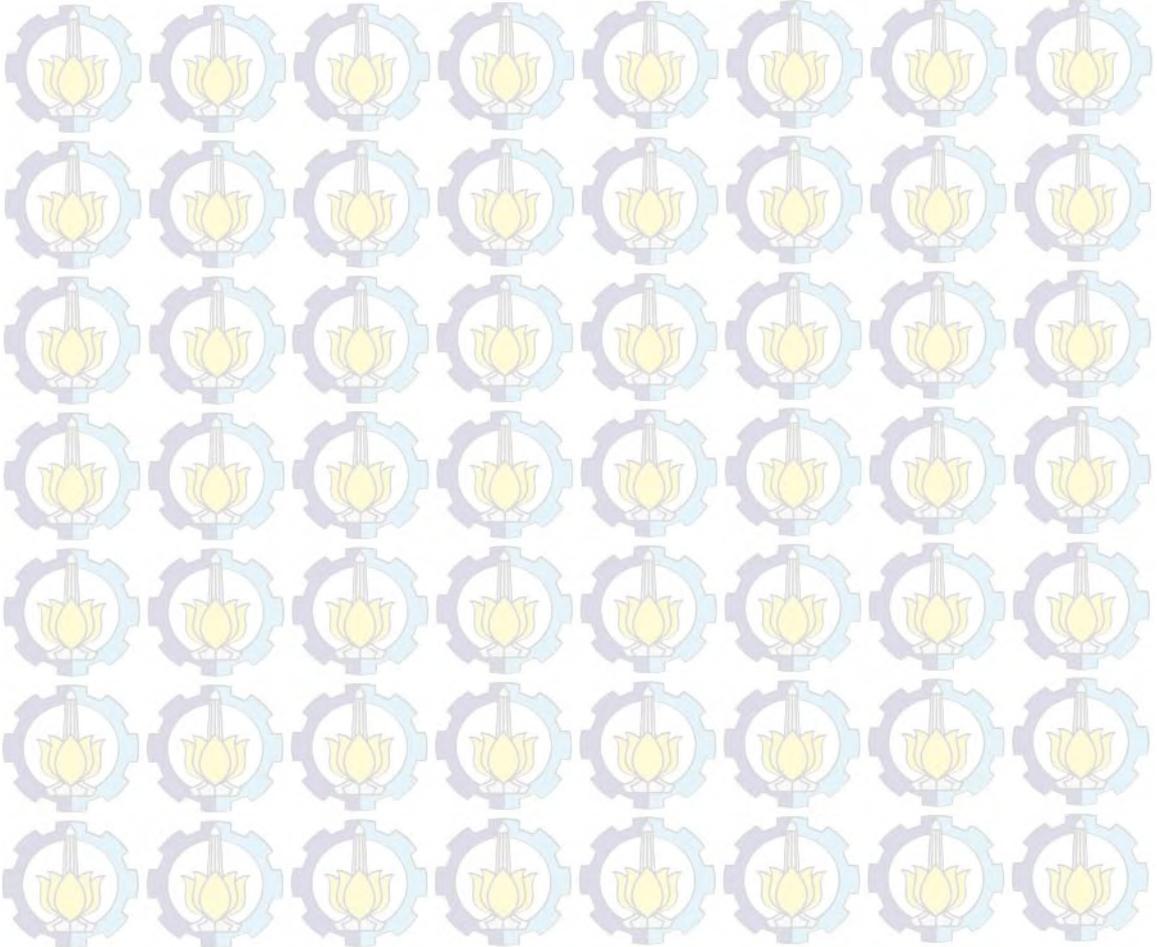
LEMBAR PENGESAHAN TESIS	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Batasan dan Asumsi	6
1.5 Manfaat Penelitian	7
1.6 Sistematika Penelitian	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Landasan Teori	9
2.1.1 <i>Schedule Instability</i>	9
2.1.2 Faktor Penyebab <i>Schedule Instability</i>	10
2.1.3 Strategi Meminimalisasi <i>Schedule Instability</i>	11
2.1.4 <i>Component Commonality</i>	15
2.1.4.1 <i>Commonality Indices</i>	18
2.1.5 Kordinasi Rantai Pasok <i>Two-Stage</i>	21
2.2 Posisi Penelitian	24
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Tahapan Pelaksanaan Penelitian	29
3.1.1 Studi Literature	29
3.1.2 Tahap Merancang Mekanisme Simulasi	32
3.1.3 Tahap Merancang Faktor Eksperimental dan Ukuran Kinerja	34
3.1.3.1 Varibilitas Permintaan	34
3.1.3.2 Ketidakpastian Permintaan	34
3.1.3.3 Tingkat <i>Component Commonality</i>	35
3.1.3.4 Strukur Biaya	35

3.1.3.5	Kebijakan Pemesanan	36
3.1.3.6	Ukuran-ukuran Kinerja	36
3.1.3.7	Mekanisme Eksperimen	37
3.1.4	Tahap Simulasi.....	38
3.1.5	Tahap Analisis Hasil Simulasi.....	38
3.1.6	Tahap Penarikan Kesimpulan dan Saran.....	39
BAB 4 DESAIN EKSPERIMEN		
4.1	Tahapan Percobaan	41
4.2	Tahapan Proses Simulasi	49
4.2.1	Hasil Simulasi	50
BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL		
5.1	<i>Schedule Instabiliy</i>	65
5.2	<i>Service Level</i>	72
5.3	Total Biaya	76
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN		
6.1	Kesimpulan	81
6.2	Saran	82
DAFTAR PUSTAKA		83
LAMPIRAN		87
BIODATA PENULIS		101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Strategi <i>Distinctive Part</i> (DP) (Sumber: Su dkk, 2004)	16
Gambar 2.2 Strategi <i>Pure Component Commonality</i> (PCC) (Sumber: Su dkk, 2004)	16
Gambar 2.3 Strategi <i>Mixed Component Commonality</i> (MCC) (Sumber: Su dkk, 2004)..	16
Gambar 2.4 Struktur produk dalam penelitian Zhou dan Grubbstrom (2004)	17
Gambar 2.5 Mekanisme horison perencanaan dalam kondisi sistem rantai pasok two-stage dalam penelitian Sahin dkk. (2008)	23
Gambar 3.1 Tahap Pelaksanaan Penelitian.....	31
Gambar 3.2 Konfigurasi mekanisme sistem yang diamati pada rantai pasok <i>two-stage</i> yang mempertimbangkan integrasi antara manufaktur dan pemasok	32
Gambar 3.3 Tahapan dalam mekanisme simulasi	33
Gambar 3.4 Konfigurasi mekanisme sistem yang diamati pada rantai pasok <i>two-stage</i> tanpa adanya kordinasi antara manufaktur dan pemasok	33
Gambar 4.1 Struktur produk akhir A dan O pada tingkat <i>component commonality</i> yang berbeda, dimana a), b), dan c) memiliki nilai TCCI 0, 0.1, dan 0.7 secara berturut-turut	42
Gambar 5.1 Persentase besaran <i>schedule instability</i> bagi manufaktur dan pemasok pada mekanisme sistem supply chain yang berbeda	66
Gambar 5.2 Tren pengaruh variabilitas permintaan konsumen terhadap <i>schedule instability</i>	67
Gambar 5.3 Tren pengaruh ketidakpastian permintaan manufaktur terhadap <i>schedule instability</i>	68
Gambar 5.4 Persentase besaran <i>schedule instability</i> untuk manufaktur dan pemasok pada tingkat <i>commonality</i> yang berbeda dalam sistem supply chain	68
Gambar 5.5 Tren pengaruh nilai TCCI yang berbeda terhadap <i>schedule instability</i>	69
Gambar 5.6 Persentase besaran <i>schedule instability</i> untuk manufaktur dan pemasok pada tingkat <i>commonality</i> dalam sistem supply chain tidak ada kordinasi	70
Gambar 5.7 Persentase besaran <i>schedule instability</i> untuk manufaktur dan pemasok pada Nilai TBO yang berbeda dalam sistem supply chain integrasi	71
Gambar 5.8 Tren pengaruh nilai TBO manufaktur yang berbeda terhadap <i>schedule instability</i>	71

Gambar 5.9 Persentase besaran <i>schedule instability</i> untuk manufaktur dan pemasok pada Nilai TBO yang berbeda dalam sistem supply chain non-kordinasi	72
Gambar 5.10 Persentase besaran nilai <i>service level</i> bagi manufaktur dan pemasok pada tingkat <i>commonality</i> dan sistem supply chain yang berbeda	73
Gambar 5.11 Persentase besaran <i>service level</i> untuk manufaktur dan pemasok pada tingkat <i>commonality</i> dalam sistem supply chain integrasi	74
Gambar 5.12 Persentase besaran <i>service level</i> untuk manufaktur dan pemasok pada Nilai TBO yang berbeda dalam sistem supply chain integrasi	75
Gambar 5.13 Persentase besaran <i>service level</i> untuk manufaktur dan pemasok pada Nilai TBO yang berbeda dalam sistem supply chain non-kordinasi	75
Gambar 5.14 Besaran nilai total biaya bagi manufaktur dan pemasok pada tingkat <i>commonality</i> dan sistem supply chain yang berbeda	76
Gambar 5.15 Besaran nilai total biaya untuk manufaktur dan pemasok pada berdasarkan tingkat <i>commonality</i> dalam sistem supply chain integrasi	78
Gambar 5.16 Persentase besaran total biaya untuk manufaktur dan pemasok pada Nilai TBO yang berbeda dalam sistem supply chain integrasi	79

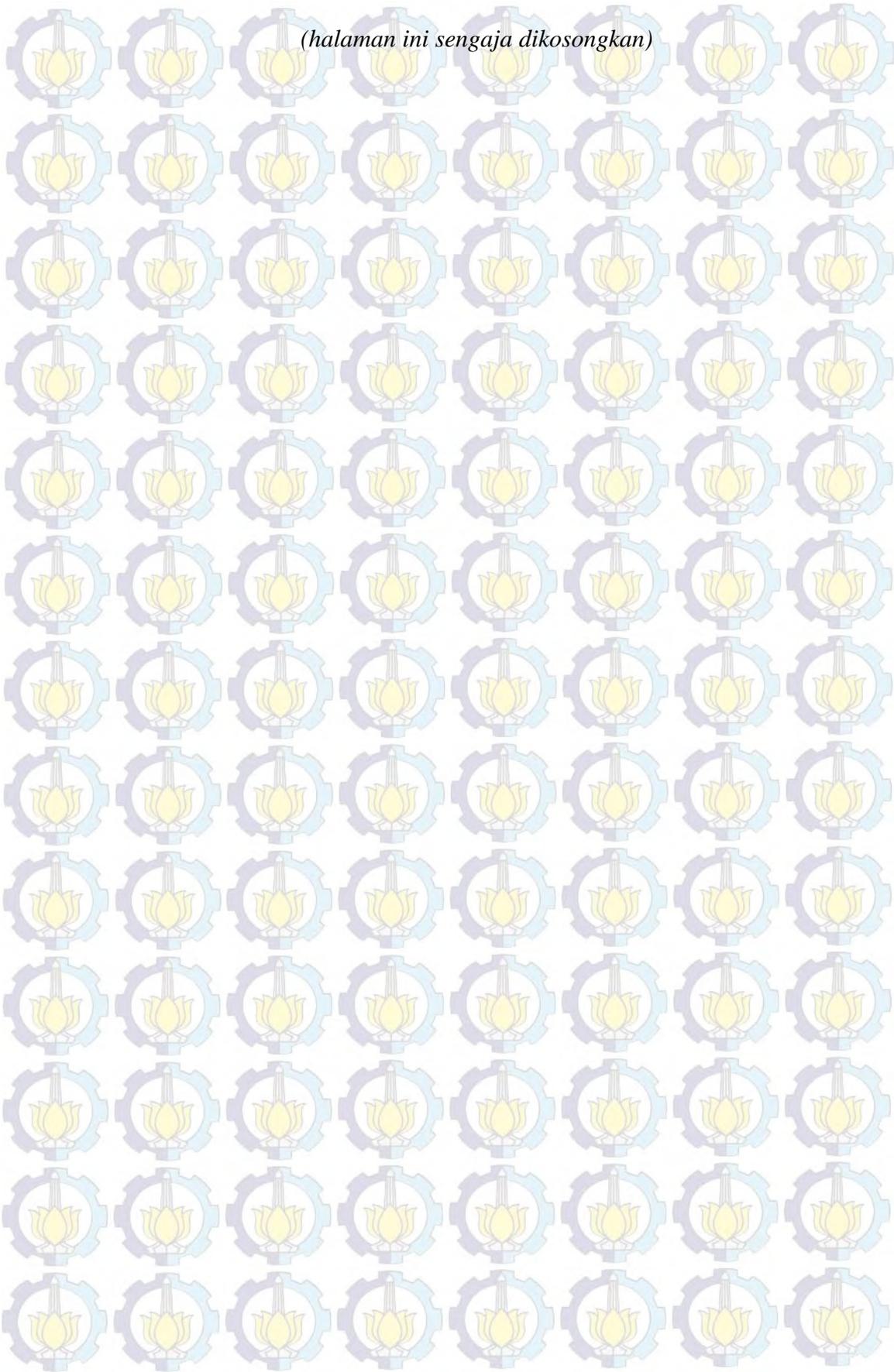


DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Posisi penelitian terhadap studi-studi terdahulu	26
Tabel 3.1 Faktor-faktor eksperimental	38
Tabel 4.1 Permintaan aktual dan ramalan permintaan untuk produk A pada $T = 1$	43
Tabel 4.2 Perhitungan proyeksi persediaan serta rencana pemesanan produk A	44
Tabel 4.3 Mekanisme perhitungan dan pemesanan untuk komponen D	44
Tabel 4.4 Mekanisme perhitungan pemesanan untuk komponen E	45
Tabel 4.5 Ringkasan pemesanan komponen D dan E pada periode $T = 1$	45
Tabel 4.6 Perhitungan rencana kebutuhan dan pemesanan komponen D dan E pada periode $T = 2$	46
Tabel 4.7 Ringkasan pemesanan komponen D dan E pada periode $T = 2$	46
Tabel 4.8 Mekanisme perhitungan pemesanan komponen C dan X	47
Tabel 4.9 Perhitungan rencana kebutuhan dan pemesanan komponen X pada periode $T = 2$	48
Tabel 4.10 Ringkasan pemesanan komponen X pada periode $T = 1$ dan $T = 2$	48
Tabel 4.11 Mekanisme perhitungan pemesanan komponen D dalam kondisi non-kordinasi	49
Tabel 4.12 Nilai <i>schedule instability</i> untuk manufaktur pada $TCCI = 0$ dalam kondisi kordinasi	50
Tabel 4.13 Nilai <i>schedule instability</i> untuk pemasok pada $TCCI = 0$ dalam kondisi kordinasi	51
Tabel 4.14 Nilai <i>schedule instability</i> untuk pemanufaktur pada $TCCI = 0$ dalam kondisi non-kordinasi	51
Tabel 4.15 Nilai <i>schedule instability</i> untuk pemasok pada $TCCI = 0$ dalam kondisi non-kordinasi	51
Tabel 4.16 Nilai <i>schedule instability</i> untuk pemanufaktur pada $TCCI = 0.3$ dalam kondisi kordinasi	52
Tabel 4.17 Nilai <i>schedule instability</i> untuk pemasok pada $TCCI = 0.3$ dalam kondisi kordinasi	52
Tabel 4.18 Nilai <i>schedule instability</i> untuk pemanufaktur pada $TCCI = 0.3$ dalam kondisi non-kordinasi	52
Tabel 4.19 Nilai <i>schedule instability</i> untuk pemasok pada $TCCI = 0.3$ dalam kondisi non-kordinasi	53

Tabel 4.20 Nilai <i>schedule instability</i> untuk pemanufaktur pada TCCI = 0.7 dalam kondisi kordinasi	53
Tabel 4.21 Nilai <i>schedule instability</i> untuk pemasok pada TCCI = 0.7 dalam kondisi kordinasi	53
Tabel 4.22 Nilai <i>schedule instability</i> untuk pemanufaktur pada TCCI = 0.7 dalam kondisi non-kordinasi	54
Tabel 4.23 Nilai <i>schedule instability</i> untuk pemasok pada TCCI = 0.7 dalam kondisi non-kordinasi	54
Tabel 4.24 Nilai <i>service level</i> manufaktur pada TCCI = 0 dalam kondisi kordinasi	55
Tabel 4.25 Nilai <i>service level</i> pemasok pada TCCI = 0 dalam kondisi kordinasi	55
Tabel 4.26 Nilai <i>service level</i> manufaktur pada TCCI = 0 dalam kondisi non-kordinasi	55
Tabel 4.27 Nilai <i>service level</i> pemasok pada TCCI = 0 dalam kondisi non-kordinasi	56
Tabel 4.28 Nilai <i>service level</i> manufaktur pada TCCI = 0.3 dalam kondisi kordinasi	56
Tabel 4.29 Nilai <i>service level</i> pemasok pada TCCI = 0.3 dalam kondisi kordinasi	56
Tabel 4.30 Nilai <i>service level</i> manufaktur pada TCCI = 0.3 dalam kondisi non-kordinasi	57
Tabel 4.31 Nilai <i>service level</i> pemasok pada TCCI = 0.3 dalam kondisi non-kordinasi	57
Tabel 4.32 Nilai <i>service level</i> manufaktur pada TCCI = 0.7 dalam kondisi kordinasi	57
Tabel 4.33 Nilai <i>service level</i> pemasok pada TCCI = 0.7 dalam kondisi kordinasi	58
Tabel 4.34 Nilai <i>service level</i> manufaktur pada TCCI = 0.7 dalam kondisi non-kordinasi	58
Tabel 4.35 Nilai <i>service level</i> pemasok pada TCCI = 0.7 dalam kondisi non-kordinasi	59
Tabel 4.36 Nilai total biaya manufaktur pada TCCI = 0 dalam kondisi kordinasi	59
Tabel 4.37 Nilai total biaya pemasok pada TCCI = 0 dalam kondisi kordinasi	59
Tabel 4.38 Nilai total biaya manufaktur pada TCCI = 0 dalam kondisi non-kordinasi	60
Tabel 4.39 Nilai total biaya pemasok pada TCCI = 0 dalam kondisi non-kordinasi	60
Tabel 4.40 Nilai total biaya manufaktur pada TCCI = 0.3 dalam kondisi kordinasi	60
Tabel 4.41 Nilai total biaya pemasok pada TCCI = 0.3 dalam kondisi kordinasi	61
Tabel 4.42 Nilai total biaya manufaktur pada TCCI = 0.3 dalam kondisi non-kordinasi	61
Tabel 4.43 Nilai total biaya pemasok pada TCCI = 0.3 dalam kondisi non-kordinasi	61
Tabel 4.44 Nilai total biaya manufaktur pada TCCI = 0.7 dalam kondisi kordinasi	62
Tabel 4.45 Nilai total biaya pemasok pada TCCI = 0.7 dalam kondisi kordinasi	62
Tabel 4.46 Nilai total biaya manufaktur pada TCCI = 0.7 dalam kondisi non-kordinasi	62
Tabel 4.47 Nilai total biaya pemasok pada TCCI = 0.7 dalam kondisi non-kordinasi	63
Tabel 5.1 Output hasil korelasi kinerja <i>schedule instability</i>	67
Tabel 5.2 Output hasil korelasi kinerja <i>service level</i>	74

(halaman ini sengaja dikosongkan)



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan ketidakstabilan pada aktivitas penjadwalan produksi (biasa dikenal dengan *schedule instability* atau *schedule nervousness*) telah menjadi topik diskusi yang menarik bagi para peneliti ataupun praktisi dalam kurun waktu tiga dekade terakhir (Pujawan, 2008). Hal tersebut dikarenakan *schedule instability* dianggap sebagai indikator pemicu dalam dimensi pengukuran kinerja rantai pasok khususnya pada perusahaan manufaktur yang memiliki rantai produksi di dalamnya. Dimensi yang umum digunakan dalam pengukuran kinerja rantai pasok pada perusahaan meliputi *reliability*, *responsiveness*, *cost*, dan *asset management efficiency* (Supply Chain Council, 2003, yang dikutip dalam Meixell, 2005). Ketika terjadi *schedule instability* maka dapat mempengaruhi dimensi pengukuran kinerja rantai pasok tersebut. Oleh karena itu, sampai saat ini *schedule instability* menjadi topik yang menarik untuk didiskusikan.

Ketidakstabilan pada penjadwalan produksi merupakan suatu kondisi ketidaksesuaian penjadwalan dengan kondisi aktual pada rantai produksi. Di sisi lain, para peneliti banyak mengartikan kondisi ketidakstabilan (*instability*) atau kegugupan (*nervousness*) dalam sudut pandang yang berbeda. Grubbstrom dan tang (2000) menilai kondisi *nervousness* terjadi karena adanya penjadwalan ulang yang dilakukan pada *top-level items* sehingga terjadi perubahan pada *level items* dibawahnya atau *level items* yang lebih rendah. Selain itu, *schedule instability* sering dikaitkan dengan perubahan yang terjadi pada *Master Production Schedulling* (MPS) yang berakibat adanya perubahan pada *Material Requirement Planning* (MRP) (Xie dkk., 2003). Di samping itu juga, Sridharan dan La Forge (1989) mengartikan *instability* merupakan fenomena yang sering terjadi pada penjadwalan produksi, yang lebih dikhususkan pada level *Master Requirement Planning* (MRP), sehingga terjadi kegugupan (*nervousness*) pada level produksi. Hal tersebut mengakibatkan adanya peningkatan biaya produksi, persediaan, dan

mampu menurunkan produktivitas, serta mengganggu aktivitas produksi perusahaan.

Ada beberapa faktor yang menyebabkan fenomena *schedule instability* terjadi khususnya pada perusahaan manufaktur diantaranya adanya ketidakpastian permintaan, keterlambatan pengiriman bahan baku, atau faktor internal perusahaan seperti mesin tidak bekerja atau dalam perbaikan. Di sisi lain, Pujawan dan Smart (2012) mencoba mengidentifikasi penyebab terjadinya *schedule instability* berdasarkan peneliti sebelumnya dengan faktor yang lebih spesifik yakni struktur biaya, metode ukuran pemesanan (*lot sizing*), mekanisme pelepasan pesanan, panjang periode perencanaan, frekuensi perencanaan ulang, adanya *error* dari peramalan, dan terakhir kompleksitas struktur produk. Dan ternyata faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi tingkat *schedule instability* baik berdiri sendiri ataupun berinteraksi dengan faktor yang lain.

Dampak negatif yang ditimbulkan akibat terjadinya *schedule instability* yakni dapat menimbulkan kegugupan (*nervousness*) pada rantai produksi dan juga dapat mengurangi produktivitas. Ketika terjadi *schedule instability*, dari sisi perusahaan, akan terjadi keterlambatan dalam proses produksi karena proses produksi tidak berjalan sesuai dengan yang telah dijadwalkan. Selain itu juga, dimungkinkan perusahaan akan dapat mengeluarkan biaya pemesanan kembali (*shortage cost*) bahan baku kepada pemasok. *Schedule instability* juga membawa dampak dari sisi pemasok yakni pemasok akan terlambat dalam merespon keinginan manufaktur dalam melakukan pemenuhan kebutuhan bahan baku yang dibutuhkan. Dan tidak hanya itu, pemasok akan mengeluarkan biaya yang cukup besar untuk melakukan pemenuhan bahan baku baik dari sisi produksi atau pengiriman agar sesuai permintaan manufaktur baik secara waktu ataupun kuantitas. Dari penelitian sebelumnya dapat diidentifikasi dampak negatif yang timbul akibat *schedule instability* yakni terjadi penurunan kepercayaan diri manajemen terhadap sistem, timbul gangguan pada perencanaan model, dan juga timbul permasalahan pembebanan kerja mesin (Pujawan, 2008). Oleh karena itu, *schedule instability* perlu dikelola ataupun diminimalisasi sehingga dampak negatifnya bisa dikurangi, terlebih lagi *schedule instability* pada sistem rantai pasok.

Ada beberapa jalan atau strategi yang dapat dilakukan untuk meminimalkan *schedule instability* salah satunya dengan melakukan *information sharing*, kolaborasi, dan koordinasi pada sistem rantai pasok. Sahin dan Robinson (2002) memperlihatkan pentingnya *information sharing*, kolaborasi, dan koordinasi untuk memperbaiki efisiensi dari perusahaan dalam rantai pasok pada lingkungan *make-to-order*. Terdapat beberapa metode yang diusulkan dari para peneliti untuk meminimalkan *schedule instability* atau *nervousness* pada rantai produksi yakni, penggunaan strategi *safety stock/buffering* (Sridharan dan Laforge 1989, Metters 1993, Zhao dkk 2001, Pujawan 2004), strategi *frozen schedule* (Sridharan dan Berry 1987, Zhao dan Lee 1993, Xie dkk 2003, Sahin dkk 2008), dan strategi penggunaan komponen yang sama dalam beberapa produk akhir (umumnya dikenal dengan nama strategi *component commonality*) (Su dkk 2004, Zhou dan Grubbstrom 2004, Song dan Zhao 2009, Wazed dkk 2010, Ahmadi dkk 2013). Pada penelitian ini akan berfokus pada strategi *component commonality* untuk mengurangi dampak dari *schedule instability*.

Component commonality merupakan strategi dimana perusahaan menggunakan komponen yang sama dalam produk akhir yang diproduksi perusahaan. Strategi ini biasa digunakan oleh perusahaan yang memiliki variasi produk yang tinggi. Terlebih lagi di era sekarang, fenomena dari produk *mass customization* cukup tinggi yang memacu antusias masyarakat untuk membeli produk yang memiliki berbagai macam jenis dengan biaya murah. Oleh karena itu, perusahaan senantiasa mencari solusi untuk menjawab tantangan dari fenomena tersebut, salah satunya melalui strategi *component commonality*. Karena strategi *component commonality* digunakan untuk mencapai variasi yang tinggi dengan biaya yang masih rasional (Meixell, 2005). Variasi pada produk dapat membawa dampak negatif pada proses produksi yakni dapat meningkatkan kompleksitas dari produk dan juga biaya produksi. Selain itu juga, adanya keberagaman komponen pada suatu produk juga mampu mempengaruhi fluktuasi permintaan jika dibandingkan dengan terdapat beberapa jenis komponen yang sama dalam suatu produk. Adanya fluktuasi permintaan, pada akhirnya akan dapat mempengaruhi juga *schedule instability* dari sisi ketersediaan komponen penyusun dari suatu produk yang lebih baik.

Studi berkaitan dengan *component commonality* yang dikaitkan dengan *schedule instability* cukuplah banyak dilakukan. Salah satunya, studi oleh Meixell (2005) yang mempelajari pengaruh dari biaya setup, *commonality*, dan adanya batasan kapasitas terhadap *schedule instability*. Studi lain mengaitkan *component commonality* pada lingkungan perencanaan produksi dengan mempertimbangkan faktor *lead time* dan *machine breakdown* (Wazed dkk., 2010). Hasil yang didapat dari kedua studi tersebut tidak jauh berbeda bahwa *component commonality* mampu berdampak positif dalam meminimalisasi *schedule instability*. Sebuah tantangan selanjutnya adalah bagaimana *component commonality* mampu memberikan solusi pada kondisi *schedule instability* yang lebih kompleks yakni *schedule instability* pada rantai pasok.

Begitu besar dampak yang ditimbulkan oleh *schedule instability* terhadap rantai pasok, namun tidak banyak penelitian yang membahas *schedule instability* dalam lingkup rantai pasok. Pujawan (2008) mencoba membahas *schedule instability* dalam lingkup supply chain, dalam sudut pandang hubungan *buyer-supplier* dengan memperhatikan tingkat *schedule instability* melalui strategi *safety stock*. Ruang lingkup *schedule instability* dalam rantai pasok mulai berkembang dengan melihat hubungan dari masing-masing perusahaan yang berada dalam rantai pasok. *Schedule instability* timbul karena adanya pengaruh hubungan pembeli, pemasok, dan juga faktor internal operasi perusahaan (Pujawan dan Smart, 2012).

Ketika terjadi *schedule instability* tiap perusahaan yang berada pada rantai pasok berusaha meminimalkan dampak *schedule instability* dari sisi biaya. Kasus yang sering terjadi adalah ketika terjadi *schedule instability* dari sisi manufaktur, manufaktur akan melakukan upaya untuk meminimalkan biaya yang terjadi pada proses bisnis manufaktur. Sayangnya, ketika manufaktur memutuskan untuk meminimalisasi biaya seringkali tidak memperhatikan dampak yang terjadi pada pemasok. Sehingga proses bisnis pemasok tidak berjalan efisien begitu pula kinerja dari sistem rantai pasok. Padahal seharusnya dalam sudut pandang rantai pasok tiap-tiap perusahaan harus senantiasa berkordinasi agar masing-masing perusahaan yang ada pada sistem rantai pasok berjalan dengan efektif. Oleh karena itu, dalam penelitian ini mencoba untuk melihat hubungan yang

mengintegrasikan antara manufaktur dan pemasok (umumnya disebut *two-stage*) pada sistem rantai pasok. Diharapkan dengan adanya hubungan terintegrasi antara manufaktur dan pemasok akan mampu meminimalkan *schedule instability*, biaya, serta mampu meningkatkan *service level* dari sisi manufaktur, pemasok, ataupun sistem rantai pasok.

Dalam proses pengintegrasian antara manufaktur dan pemasok harus ada koordinasi yang baik dengan jalan berbagi informasi. Konsep koordinasi dalam rantai pasok dikembangkan untuk merespon dan meminimalisasi segala resiko yang dapat timbul pada perusahaan yang berada pada rantai pasok (Xu dan Baemon, 2006). Konsep koordinasi memiliki beberapa perspektif diantaranya koordinasi dalam hal Salah satu metode yang cukup dikenal dalam melakukan koordinasi dalam sistem rantai pasok adalah *Advanced Order Commitments* (AOCs) (Sahin, dkk., 2008). Metode ini pada intinya, manufaktur akan melakukan pemesanan pada posisi minimal *lead time* pemasok dan pemasok mengetahui berapa pesanan yang dilakukan oleh manufaktur dengan adanya sistem yang terintegrasi. Dengan adanya kebijakan ini maka pemasok tidak perlu melakukan suatu peramalan kembali terhadap pesanan yang dilakukan manufaktur. Salah satu kunci keberhasilan dari kebijakan ini adalah bagaimana kebijakan AOC mampu menjaga kestabilan pada perencanaan jadwal produksi.

Pada penelitian ini akan dicoba untuk melihat permasalahan *schedule instability* dalam konteks sistem rantai pasok yakni adanya hubungan integrasi antara manufaktur-pemasok (*two-stage*) pada lingkungan *make-to-order*. Dengan melihat permasalahan *schedule instability* pada lingkungan *make-to-order* maka dapat menimbulkan fluktuasi permintaan yang beragam sehingga mampu melihat *schedule instability* yang tepat pada sistem supply chain. Dalam proses integrasi digunakan suatu metode yang *Advanced Order Commitments* (AOCs) yang telah dibahas sebelumnya.

Untuk mengurangi dampak *schedule instability* dicoba digunakan strategi *component commonality* yang belum banyak dibahas dalam konteks supply chain. Selain itu, penggunaan *component commonality* tidak selamanya dapat mengurangi biaya operasional (Song dan Zhao, 2009). Studi eksperimental dilakukan untuk melihat tingkat *instability*, *service level*, dan *total cost* yang

ditimbulkan pada masing-masing entitas yang ada pada sistem supply chain melalui mekanisme koordinasi antara manufaktur dan pemasok (*two-stage*).

1.2 Perumusan Masalah

Sesuai dengan apa yang telah dipaparkan pada bagian latar belakang bahwa pembahasan berkaitan dengan *schedule instability* dalam konteks supply chain dengan melihat integrasi antara manufaktur-pemasok dan juga penggunaan strategi *component commonality* dalam kerangka supply chain masih belum banyak dibahas. Oleh karena itu, penelitian ini akan berfokus untuk mempelajari bagaimana pengaruh tingkat *component commonality* yang berbeda terhadap tingkat *schedule instability*, *service level*, dan *total cost* pada sistem *two-stage* rantai pasok melalui mekanisme koordinasi (berbagi informasi) antara manufaktur-pemasok pada lingkungan *make-to-order*.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang diutarakan diatas, maka penelitian ini bertujuan:

1. Mengetahui pengaruh dari tingkat *component commonality* yang berbeda terhadap *schedule instability*, *service level*, dan *total cost* pada sistem *two-stage* rantai pasok antara manufaktur dan pemasok melalui mekanisme koordinasi pada sistem rantai pasok
2. Mengetahui pengaruh dari kondisi operasional yang berbeda yang terjadi pada *two-stage* rantai pasok terhadap *schedule instability*, *service level*, dan *total cost* yang dialami dalam sistem *two-stage* rantai pasok manufaktur dan pemasok pada sistem rantai pasok

1.4 Batasan dan Asumsi

Untuk lebih memfokuskan model pada permasalahan yang akan diteliti, maka akan diberikan suatu batasan dan asumsi untuk penelitian ini. Batasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian ini hanya diamati integrasi antara manufaktur dan pemasok, serta sistem supply chain dari integrasi kedua entitas tersebut. Sedangkan asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Permintaan pada awal siklus perencanaan bersifat *demand freezing*.
- Dalam penggunaan kebijakan penggunaan *common componen* hanya berfokus pada berapa banyak penggunaan *component commonality* pada struktur produk tanpa mempertimbangkan level produk.
- Permintaan pada siklus perencanaan bersifat tidak pasti (*uncertain*) dan mengikuti distribusi normal
- Permintaan yang tidak dapat dipenuhi dihitung sebagai *lost sales*
- Pemasok dalam melakukan pemenuhan permintaan dari manufaktur tidak pernah mengalami keterlambatan dengan adanya *Advanced Order Commitments (AOCs)*
- Pemasok mampu memenuhi seluruh jenis komponen yang diperlukan oleh manufaktur

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran berkaitan dengan pengaruh tingkat *component commonality* yang berbeda pada integrasi rantai pasok antara manufaktur dan pemasok yang disimulasikan dalam beberapa skenario pada sistem operasi yang berbeda.

1.6 Sistematika Penulisan

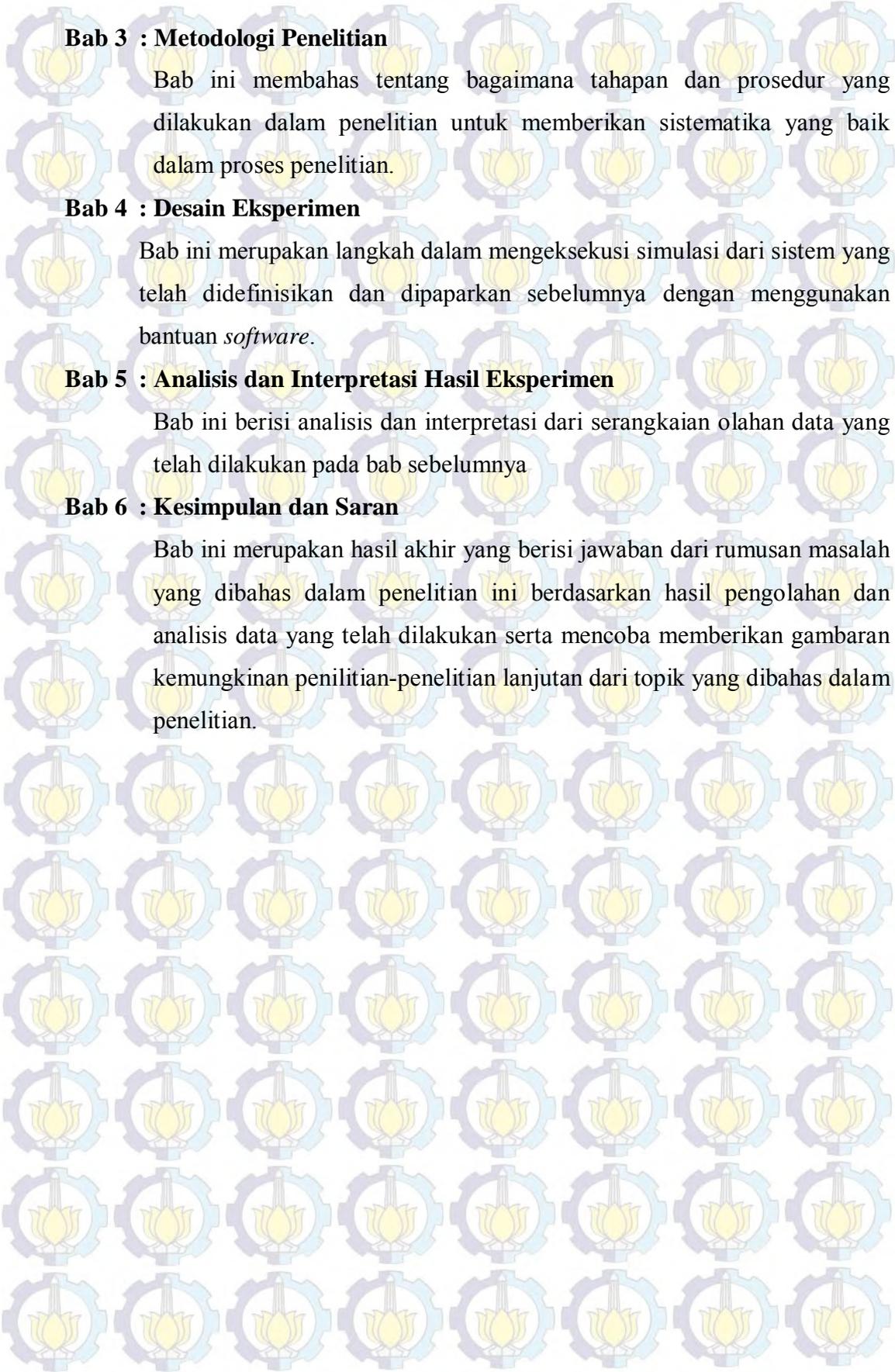
Sistematika penulisan laporan pada penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

Bab 1 : Pendahuluan

Bab ini mencoba memaparkan latar belakang dilakukannya penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup, dan sistematika penulisan laporan.

Bab 2 : Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi tentang serangkaian teori yang digunakan sebagai dasar dalam studi eksperimental.



Bab 3 : Metodologi Penelitian

Bab ini membahas tentang bagaimana tahapan dan prosedur yang dilakukan dalam penelitian untuk memberikan sistematika yang baik dalam proses penelitian.

Bab 4 : Desain Eksperimen

Bab ini merupakan langkah dalam mengeksekusi simulasi dari sistem yang telah didefinisikan dan dipaparkan sebelumnya dengan menggunakan bantuan *software*.

Bab 5 : Analisis dan Interpretasi Hasil Eksperimen

Bab ini berisi analisis dan interpretasi dari serangkaian olahan data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya

Bab 6 : Kesimpulan dan Saran

Bab ini merupakan hasil akhir yang berisi jawaban dari rumusan masalah yang dibahas dalam penelitian ini berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan serta mencoba memberikan gambaran kemungkinan penelitian-penelitian lanjutan dari topik yang dibahas dalam penelitian.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Dalam setiap penelitian diperlukan suatu landasan teori yang dijadikan sebagai acuan untuk memberikan solusi dari rumusan masalah yang dipaparkan.

Dalam penelitian ini terdapat beberapa landasan teori yang dapat dipaparkan yakni: *schedule instability*, faktor penyebab *schedule instability*, strategi meminimalisasi *schedule instability*, *component communality*, koordinasi rantai pasok *two-stage*

2.1.1 *Schedule Instability*

Sampai detik ini, masih banyak perusahaan manufaktur yang menggunakan peramalan dalam penentuan rencana/jadwal produksi untuk kebutuhan permintaan yang akan datang. Hal tersebut merupakan suatu hal yang memiliki resiko cukup besar. Suatu metode peramalan senantiasa memberikan hasil yang jauh dari kenyataan yang terjadi. Kazan dkk. (2000) berpendapat bahwa hasil peramalan yang akurat hanya terjadi pada periode-periode awal peramalan, untuk periode selanjutnya akan terjadi penyesuaian sejalan dengan informasi baru yang diterima. Suatu bentuk penyesuaian terhadap perubahan pada rencana produksi senantiasa dialami oleh banyak perusahaan manufaktur. Perubahan tersebut senantiasa mencakup mengenai waktu dan kuantitas dari permintaan yang diterima (Sridharan dan La Forge, 1989). Peristiwa yang semacam ini seringkali dikenal dengan istilah *schedule instability* atau *schedule nervousness*.

Fenomena *schedule instability* seringkali dianggap sebagai salah satu faktor penghambat bagi efektifitas sistem perencanaan produksi yang berbasis pada *Material Requirement Planning* (MRP) (Blackburn dkk, 1985). MRP dalam suatu rencana produksi dirancang untuk menjawab kebutuhan akan tiga hal (Murthy dan Ma, 1991), yaitu: bahan baku atau material apa yang dibutuhkan,

berapa banyak kuantitas yang diperlukan, dan kapan bahan baku atau material tersebut diperlukan. Apabila terjadi perubahan pada salah satu saja dari ketiga hal tersebut dan hal itu terjadi berulang-ulang dalam siklus perencanaan maka akan membawa dampak negatif. Pujawan dan smart (2012) mengkaji dampak negatif yang dapat ditimbulkan dari fenomena tersebut yakni: *service level* yang rendah, tingginya tingkat persediaan, dan biaya yang tinggi berkaitan dengan pergantian produksi. Dampak negatif itulah yang mampu mengganggu efektifitas produksi perusahaan sehingga perlu diketahui penyebab timbulnya *schedule instability*.

2.1.2 Faktor Penyebab *Schedule Instability*

Dampak negatif yang ditimbulkan dari *schedule instability* tidak serta merta dapat dihilangkan, namun dampak negatif tersebut dapat diminimalkan sehingga kerugian perusahaan tidak semakin besar secara simultan. Untuk meminimalkan dampak negatif dari hal tersebut perlu diidentifikasi faktor penyebab dari timbulnya *schedule instability*. Beberapa peneliti telah berupaya untuk mengidentifikasi faktor penyebab *schedule instability*.

Pertama, penelitian yang dilakukan oleh Blackburn dkk (1985) mengidentifikasi ada dua penyebab mendasar adanya ketidakstabilan pesanan dalam sistem MRP yaitu ketidakpastian permintaan (spesifik juga pada pasokan komponen) dan variasi dari penggunaan ukuran pemesanan. Selain itu, Murthy dan Ma (1991) mengklasifikasikan bentuk ketidakpastian yang dapat menyebabkan *schedule nervousness* pada MRP dalam dua kategori meliputi ketidakpastian lingkungan dan ketidakpastian sistem. Berbicara masalah dua kategori tersebut, perbedaan pada kedua kategori tersebut terletak pada aspek peninjau dari ketidakpastian. Kategori ketidakpastian lingkungan meninjau ketidakpastian dari aspek diluar proses produksi (meliputi kesalahan peramalan, ketidakpastian permintaan pelanggan, dan ketidakpastian pasokan pemasok). Sedangkan untuk kategori ketidakpastian sistem ditinjau dari aspek ketidakpastian yang terjadi di dalam proses produksi seperti variasi pada kualitas dan struktur produk, kegagalan mesin, variasi dari *production lead time*, serta efek penggunaan *dynamic lot sizing*.

Berbagai bentuk atau tipe gangguan seperti kegagalan mesin, jeda waktu pemrosesan, *rush order*, permasalahan kualitas dan ketiadaan material juga dapat menjadi faktor perubahan pada rencana produksi (Vieira dkk, 2003). Selain itu, ketidakpastian permintaan, keterlambatan pengiriman material oleh pemasok, serta permasalahan internal perusahaan seperti kerusakan pada mesin produksi dimungkinkan sebagai faktor penyebab adanya revisi jadwal produksi (Pujawan dan smart, 2012). Sementara itu, beberapa penelitian lain (Sebagai contoh, Sridharan dan LaForge 1989, Jensen 1993, Meixell 2005, Pujawan 2008) mengidentifikasi faktor-faktor penyebab *schedule instability* dengan tidak jauh berbeda dari penelitian yang telah disebutkan sebelumnya. Dengan mengetahui faktor penyebab terjadinya *schedule instability* akan dapat meminimalkan terjadinya dampak negatif dari fenomena tersebut. Selain itu, akan dapat ditentukan cara atau strategi yang memungkinkan untuk mengurangi dampak negatif dari fenomena *schedule instability*.

2.1.3 Strategi Meminimalisasi *Schedule Instability*

Dari berbagai faktor yang diidentifikasi untuk mengurangi dampak negatif *schedule instability* tentu maka akan dapat diidentifikasi cara atau strategi yang memungkinkan untuk mengurangi dampak fenomena tersebut. Dalam kurun waktu beberapa dekade terakhir, banyak peneliti yang menuangkan pemikiran dalam sebuah penelitian berkaitan dengan strategi untuk meminimalkan fenomena *schedule instability*. Terdapat beberapa strategi yang diusulkan diantaranya melalui algoritma *lot sizing* yang dituangkan dalam model matematis dengan mempertimbangkan biaya untuk penggantian jadwal (Carlson dkk 1979, Kropp dkk 1983, Kazan dkk 2000). Kemudian strategi *safety stock* yang cukup banyak diusulkan (sebagai contoh, Etienne 1987, Sridharan dan LaForge 1989, Metters 1993, Zhao dkk 2001). Selain itu, dengan adanya keterkaitan antara *schedule instability* dengan MRP yang menjadi salah satu faktor terjadinya fenomena tersebut, maka terdapat usulan strategi melalui pembekuan (*freezing*) pada *Master Production Scheduling*/MPS selama periode waktu tertentu (Sridharan dkk 1987, Zhao dan Lee 1993, Xie dkk 2003). Berikutnya berkaitan dengan masalah

schedule instability pada *multi item* muncul usulan strategi melalui penggunaan komponen yang sama untuk beberapa produk akhir (biasa dikenal dengan *component commonality/component sharing*) (Baker 1985, Su dkk 2004, Zhou dan Grubbstrom 2004, Song dan Zhao 2009, Wazed dkk 2010). Kebijakan pengaturan persediaan dan *lot sizing* juga turut diusulkan sebagai strategi untuk meminimalkan *schedule instability* (Jensen 1993, de Kok dan Inderfurth 1997, Jeunet dan Jonard 2000, Heisig 2001).

Dari berbagai macam usulan strategi yang ditawarkan, beberapa strategi melakukan pengembangan berkaitan dengan adanya penambahan elemen biaya. Salah satunya strategi dalam model *lot sizing* yang menambahkan biaya setiap kali terjadi setup baru yang tidak terencana dalam suatu periode tertentu (Carlson dkk, 1979). Namun, dalam model yang dibuat tidak dipertimbangkan perubahan setup dari segi kuantitas produk. Selain itu, Kropp dkk (1983) melakukan modifikasi dua model *lot sizing* tradisional yakni metode Silver Meal dan Part Period Balancing dengan penambahan elemen biaya pada saat terjadi perubahan jadwal. Model tersebut dievaluasi dan dibandingkan dengan menggunakan model dari Carlson dkk (1979) pada kondisi *rolling horizon* yang hasilnya metode Silver Meal yang telah dimodifikasi memiliki selisih biaya yang lebih sedikit daripada model Carlson (1979). Selain mempertimbangkan elemen biaya, melalui Kazan dkk (2000) mencoba memperluas definisi *instability* dari Carlson dkk (1979) dengan mempertimbangkan perubahan rencana produksi dari segi waktu dan kuantitas.

Pembahasan berkaitan dengan penggunaan *safety stock* sebagai strategi dalam meminimalisasi dampak negatif dari fenomena *schedule instability* cukup banyak dibahas. Salah satu studi yang mengakomodir strategi tersebut yakni studi oleh Baker (1985) yang mengemukakan suatu pendapat tentang strategi *safety stock* pada sistem multi produk dengan mengakomodir *component commonality*. Dari hasil studi tersebut didapatkan bahwa *commonality* ternyata mengganggu hubungan antara *safety factor* dengan *service level* pada ukuran kinerja yang telah ditentukan. Dari kejadian tersebut tingkat pelayanan yang telah ditentukan tidak dapat tercapai. Disisi lain terdapat juga studi yang mempertimbangkan dua tipe ketidakpastian berkaitan dengan ketidakpastian kuantitas dan waktu, yang

diselesaikan menggunakan beberapa opsi strategi *buffering* untuk mencapai *service level* tertentu (Etienne, 1987). Studi ini menjabarkan prosedur untuk menghadapi kedua tipe ketidakpastian tersebut secara simultan. Dan hal yang menarik dalam penelitian ini adalah ternyata alokasi *safety time* tidak cukup berguna dalam hal penanggulangan ketidakpastian kuantitas. Pada studi yang lain Sridharan dan LaForge (1989) memberikan analisa dampak strategi *safety stock* terhadap *schedule instability*, biaya *lot size* serta tingkat *customer service* pada lima kondisi yang berbeda diantaranya: 1. adanya variasi permintaan pada produk akhir, 2. adanya ketidakpastian permintaan produk akhir, 3. timbulnya struktur biaya dari produk akhir, 4. panjang dari horison perencanaan, dan 5. metode *lot sizing* yang digunakan. Studi eksperimental yang digunakan dalam penelitian ini mengindikasikan bahwa peningkatan *safety stock* pada tingkat MPS memacu peningkatan pada tingkat *customer services* namun tidak signifikan pada peningkatan stabilitas penjadwalan produksi. Namun jika tingkat *safety stock* yang berlebihan justru berdampak negatif seiring meningkatnya *schedule instability*.

Strategi yang cukup umum dan banyak digunakan dalam meminimalisasi dampak negatif *schedule instability* adalah melalui pembekuan (*freezing*) jadwal produksi dalam periode yang ditentukan. Pujawan dan Smart (2012) mengidentifikasi banyak penulis yang mempelajari efektifitas dari pembekuan jadwal produksi untuk mengurangi fenomena *schedule instability*. Berkaitan dengan strategi ini, salah satu studi melakukan investigasi dampak dari pembekuan MPS terhadap *schedule instability*, total biaya, dan *service level* dalam sistem *multilevel* MRP dengan kondisi ketidakpastian permintaan (Zhao dan Lee, 1993). Dalam studi ini, parameter yang digunakan yakni: horison perencanaan, proporsi pembekuan, metode pembekuan, dan perioditas dari perencanaan ulang. Hasil yang didapat dari studi ini antara lain: 1) pemilihan metode peramalan permintaan memiliki dampak signifikan terhadap kinerja sistem (adanya kesalahan peramalan berakibat pada peningkatan *schedule instability* dan total biaya, serta menurunkan *service level*); 2) semakin panjang horison perencanaan berakibat akan tingginya total biaya dan *schedule instability*, serta menurunnya *service level* pada kondisi permintaan yang tidak pasti; 3) semakin panjang horison perencanaan yang dibekukan mampu mereduksi

schedule instability dan *service level*, namun dapat berakibat tingginya total biaya; 4) penggunaan metode berbasis pesanan ternyata menghasilkan total biaya yang lebih rendah jika dibandingkan pembekuan berbasis periode; 5) Semakin tinggi periodisitas perencanaan ulang mampu berdampak signifikan terhadap menurunnya total biaya dan tingkat *schedule instability* serta meningkatnya *service level*.

Pengembangan pada strategi pembekuan jadwal produksi juga dilakukan, salah satunya yaitu penelitian Zhao dan Lam (1997) yang meneruskan penelitian dari Zhao dan Lee (1993) yakni dengan mempertimbangkan pemilihan model *lot sizing* terhadap pemilihan parameter pembekuan MPS pada situasi permintaan yang deterministik. Hasil dari studi ini juga tidak jauh berbeda dari penelitian terdahulu bahwa pemilihan *lot sizing* berpengaruh secara signifikan terhadap total biaya dan *schedule instability* pada sistem MRP multi level. Selain itu juga semakin tinggi periodisitas perencanaan ulang (minimnya frekuensi perencanaan ulang) mampu menghasilkan total biaya dan *schedule instability* yang lebih rendah, sehingga perencanaan ulang yang dilakukan dapat menghasilkan kinerja yang terbaik setelah keseluruhan proses pembekuan pada interval periode terlewati. Studi lain mengenai pengembangan strategi pembekuan yakni berkaitan dengan dampak pembekuan MPS pada sistem *multi item single level* dengan batasan kapasitas *single resource* dan ketidakpastian permintaan (Xie dkk, 2003). Dalam studi ini terdapat hal baru yakni parameter MPS ternyata juga dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan seperti keterbatasan kapasitas dan struktur biaya. Dan hasil dari studi ini menunjukkan adanya dampak signifikan dari parameter pembekuan MPS terhadap total biaya, *schedule instability*, dan *service level*.

Alternatif strategi lain yang digunakan untuk mengurangi dampak negatif dari *schedule instability* adalah *component commonality*. Cukup banyak usulan berkaitan dengan strategi ini, salah satunya Baker (1985) yang melakukan pembahasan mengenai *component commonality* dalam sistem MRP dengan mengakomodir penggunaan *safety stock*. Dalam studi tersebut telah mencoba melihat pertentangan kondisi *safety factor* dan *service level* dalam perencanaan produksi.

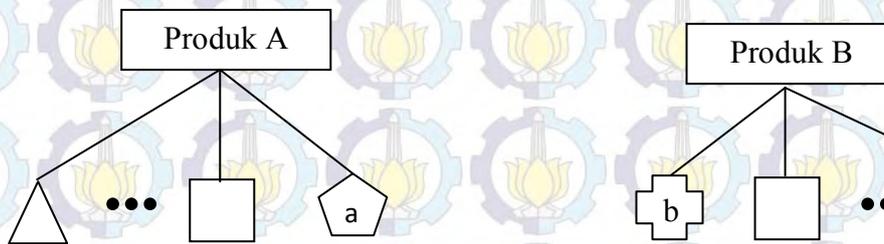
Sejumlah peneliti juga telah mempelajari dampak kebijakan persediaan yang berbeda terhadap fenomena *schedule instability*. Jensen (1993) mencoba membuat analisa berkaitan kebijakan (s, S) dan (s, nQ) yang menggunakan parameter stabilisator dalam *rolling horizon*. Dalam penelitian ini ditemukan bahwa metode ini memiliki fleksibilitas yang baik dapat menciptakan stabilitas setiap periode. Selain itu terdapat juga model analitis untuk melihat dampak pengendalian persediaan yang berbeda dalam hal mempengaruhi *schedule instability* (De Kok dan Inderfurth, 1997); (Heisig, 2001). Dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa parameter dari ukuran jumlah pemesanan lebih berpengaruh terhadap *schedule instability* dibandingkan dengan parameter dari *reorder point*. Kemudian Zhao dan Lam (1997) melakukan evaluasi dampak beberapa teknik *lot sizing* terhadap *schedule instability* MRP berdasarkan parameter pembekuan pada periode MPS. Selain itu juga, Jeunet dan Jonard (2000) juga melakukan hal yang sama dengan yakni melakukan evaluasi beberapa taknik *lot sizing* namun berdasarkan kriteria *cost-effectiveness* dan *robustness* (ketangguhan dalam kondisi lingkungan yang tidak pasti). Hasil dari penelitian tersebut disimpulkan metode *Part Period Algorithm* (PPA) dan *Silver Meal* (SM) memiliki *trade-off* cukup baik terhadap kriteria *cost-effectiveness* dan *robustness*. Berikut ini akan coba dipaparkan berkaitan dengan fokus penelitian ini yakni menggunakan strategi *component commonality*.

2.1.4 Component Commonality

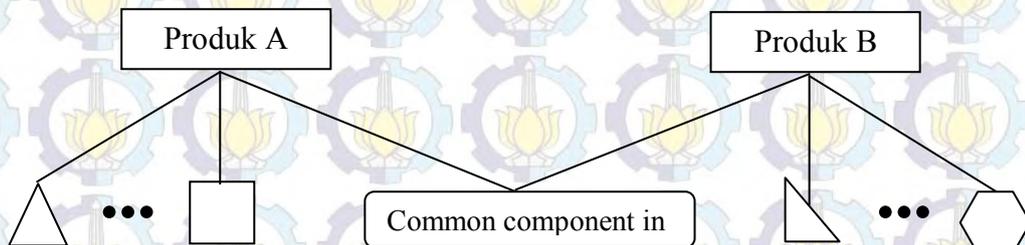
Salah satu strategi dalam meminimalisasi dampak negatif dari *schedule instability* adalah menggunakan *component sharing/component commonality*. Baker (1985) mencoba mendefinisikan *component commonality* sebagai strategi pada struktural produk dimana terdapat satu atau lebih komponen yang sama dalam membentuk suatu produk akhir. Strategi tersebut biasa digunakan perusahaan yang memiliki variasi permintaan yang tinggi. Dan biasanya strategi tersebut digunakan untuk mencapai tingkat variasi yang tinggi dengan biaya yang masih rasional (meixell, 2005). Berdasarkan penggunaan *component commonality* pada variasi pr oduk maka *component commonality* erat kaitannya dengan *schedule instability*. Adanya variasi pada produk memacu terjadinya

keberagaman komponen dan juga mempengaruhi fluktuasi permintaan jika dibandingkan dengan adanya beberapa jenis komponen yang sama. Oleh karena itu, jika terjadi fluktuasi permintaan akan dapat pula mempengaruhi *schedule instability* dari sisi ketersediaan komponen penyusun dari suatu produk atau lebih.

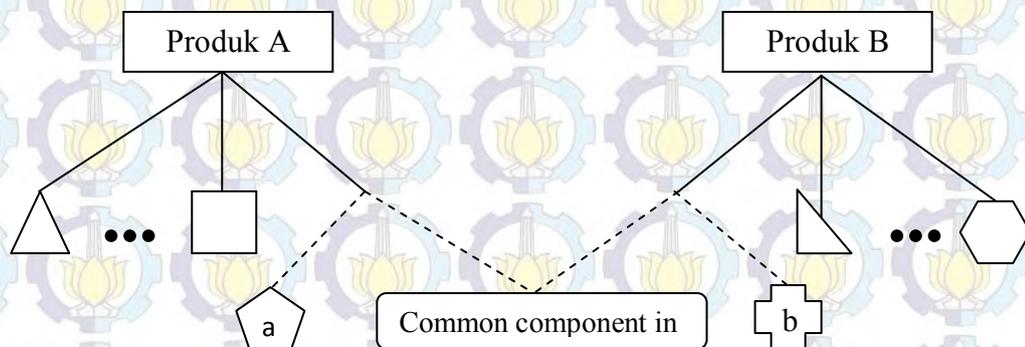
Terdapat beberapa studi yang memaparkan tentang *component commonality* yakni salah satunya dengan membandingkan tiga macam strategi *commonality* yang disebut *Distinctive Part (DP)*, *Pure Component Commonality (PCC)*, dan *Mixed Component Commonality (MCC)* (Su dkk, 2004). Ketiga strategi tersebut dapat diilustrasikan seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 2.1 Strategi *Distinctive Part (DP)* (Sumber: Su dkk, 2004)



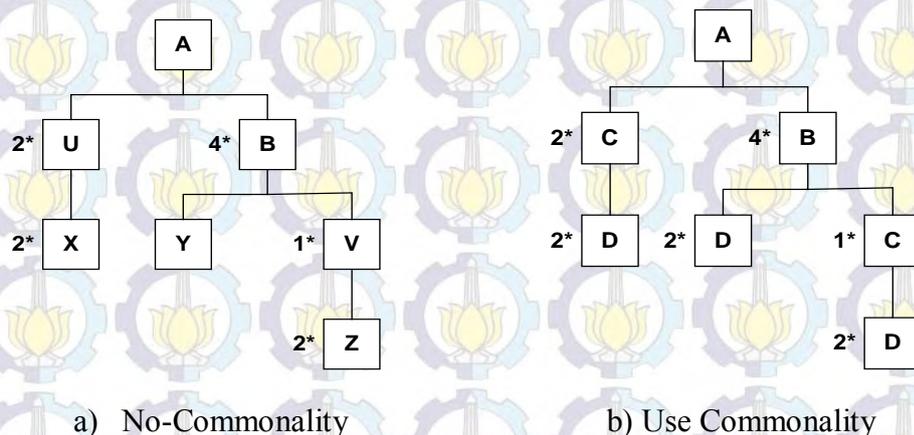
Gambar 2.2 Strategi *Pure Component Commonality (PCC)* (Sumber: Su dkk, 2004)



Gambar 2.3 Strategi *Mixed Component Commonality (MCC)* (Sumber: Su dkk, 2004)

Strategi DP di dalam ilustrasi gambar tersebut mengindikasikan bahwa komponen yang digunakan seluruhnya berbeda, sedangkan untuk strategi PCC menandakan bahwa terdapat satu atau lebih komponen dari produk-produk yang berbeda digantikan oleh suatu *common component*. Terakhir strategi MCC yang terlihat sama dengan strategi PCC namun berbeda, strategi MCC mengizinkan adanya substitusi parsial dari komponen-komponen yang berbeda dengan menggunakan *common component*. Ketiga strategi tersebut disimulasikan dengan fungsi tujuan minimasi total biaya persediaan dan dengan dua skenario permintaan yang berbeda (Konstan dan stokastik). Hasil yang didapat dari skenario pertama yakni dengan permintaan konstan, MCC memiliki nilai obyektif terendah namun PCC sebagai skenario terbaik untuk harga *common component* rendah dan biaya pemesanan yang tinggi. Kemudian untuk hasil skenario stokastik tidak jauh berbeda pada skenario konstan dengan hasil PCC masih memiliki performa terbaik dengan catatan MCC dapat menjadi alternatif ketika variasi permintaan cukup tinggi.

Studi lain tentang *component commonality* berkaitan dengan analisa *trade off* antara keuntungan dan kerugian dari penggunaan *common component* dalam sistem produksi dan persediaan *multi level* MRP (Zhou dan Grubbstrom, 2004). Dalam studi tersebut menggunakan parameter struktur produk yang dideskripsikan di bawah ini.



Gambar 2.4 Struktur produk dalam penelitian Zhou dan Grubbstrom (2004)

Dalam penelitian tersebut terdapat beberapa kriteria yang diamati antara lain: permintaan yang deterministik, adanya *lead time* bagi produk akhir dan sub

komponen, serta penggunaan kebijakan *lot sizing* berupa *fixed order quantity*. Dalam penelitian ini juga digunakan prinsip *net present value* (NPV) yang membantu penulis untuk menentukan keuntungan yang didapat dari penggunaan strategi *component commonality*. Hasil yang didapat adalah strategi *commonality* akan memberikan keuntungan selama harga dari *common component* tersebut dibawah 2,5 kali harga komponen yang unik. Namun diakui hasil tersebut dapat berubah dalam situasi dan kondisi lain yang berbeda.

Component commonality memiliki tingkat/level operasional (umumnya dikenal dengan istilah *commonality index*) dalam pengaplikasiannya. Tingkat pada *commonality* biasanya digunakan untuk melihat pengaruh dari tingkat *commonality* terhadap *schedule instability*. Untuk itu, pada bagian berikutnya akan coba dijelaskan berkaitan dengan *commonality index* untuk menunjang penelitian ini.

2.1.4.1 Commonality Indices

Dalam *commonality* terdapat ukuran yang paling umum digunakan yakni rata-rata jumlah *parent item* per komponen yang berbeda. Studi berkaitan dengan model dari tingkat *commonality* diperkenalkan oleh Collier (1981) dengan istilah *Degree of Commonality Index* (DCI). Model yang diperkenalkan tersebut menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\beta = \frac{\sum_{j=i+1}^{i+d} \varphi_j}{d} \dots\dots\dots (1)$$

dimana:

φ_j : jumlah *parent component* langsung yang dimiliki komponen j pada suatu set produk akhir atau struktur produk

d : jumlah komponen yang berbeda dalam suatu set produk akhir atau struktur produk

i : jumlah produk akhir atau level produk tertinggi pada suatu struktur produk

Pada model ini tidak memiliki batas atas tertentu, hanya berkisar antara nilai 1 dan nilai yang dihasilkan dari persamaan (1). Adapun kelebihan dari model

DCI ini adalah kemudahan dalam perhitungan yang akan dilakukan, namun perhitungan akan menjadi sukar jika untuk membandingkan struktur produk atau *product family* yang berbeda struktur produknya. Dengan adanya kelemahan dari model ini ada beberapa studi untuk memperbaiki model dari Collier, salah satunya yang dilakukan Wacker dan Treleven (1986) dengan menamakan model *commonality index* dengan istilah *Total Constant Commonality Index* (TCCI). Model yang dibangun oleh Wacker dan Treleven (1986) memiliki persamaan yang dijabarkan sebagai berikut:

$$TCCI = 1 - \frac{d-1}{\sum_{j=1}^d \varphi_j - 1} \dots \dots \dots (2)$$

dimana:

d : jumlah dari komponen-komponen yang berbeda dalam set produk akhir atau tingkat struktur produk,

φ_j : banyaknya *parent item* langsung yang dimiliki oleh komponen j dalam set produk akhir atau tingkat struktur produk

Dalam model TCCI ini juga memiliki kelebihan dalam hal kemudahan perhitungan. Karena model ini memiliki batasan antara 0 dan 1. Dimana nilai 0 mewakili kondisi seluruh komponen adalah berbeda (unik). Sementara nilai 1 menggambarkan kondisi penggunaan *commonality* secara sempurna.

Studi lain yang berkaitan dengan pengembangan model DCI Collier (1981) yakni dengan memperhitungkan volume dari produk, kuantitas pada tiap operasi dan biaya tiap komponen (Jiao dan Tseng, 2000). Model modifikasi tersebut dikenal dengan istilah *component part commonality index* ($CI^{(C)}$), model ini menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$CI^{(C)} = \frac{\sum_{j=1}^d \left[P_j \sum_{i=1}^m \varphi_{ij} \sum_{i=1}^m (V_i Q_{ij}) \right]}{\sum_{j=1}^d \left[P_j \sum_{i=1}^m (V_i Q_{ij}) \right]} \dots \dots \dots (3)$$

dimana:

d : jumlah komponen berbeda yang digunakan pada semua struktur produk dalam sebuah *family product*

j : indeks bagi setiap komponen yang berbeda

P_j : harga bagi setiap komponen yang dibeli atau estimasi biaya untuk komponen yang diproduksi secara internal

m : jumlah dari produk akhir dalam sebuah *product family*

i : indeks untuk tiap produk anggota dari *family product*

V_i : volume dari produk akhir i di *family product*

φ_{ij} : jumlah *parent item* langsung dari tiap komponen berbeda d_j pada seluruh anggota dalam sebuah *product family*

$\sum_{i=1}^m \varphi_{ij}$: jumlah penggunaan (repetisi) dari sebuah komponen berbeda d_j pada seluruh anggota dalam sebuah *product family*

Q_{ij} : kuantitas komponen berbeda d_j yang diperlukan oleh produk i

$$\alpha : \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^m \varphi_{ij}$$

Dalam model CI^(C) juga memiliki nilai batas antara 1 hingga α . Model CI

^(C) tersebut memiliki kelebihan yakni mampu memberikan informasi berkaitan dengan biaya tiap komponen. Dengan adanya informasi tersebut maka dapat dibandingkan bagaimana pengaruh tingkat harga dari *component commonality* pada keseluruhan *family product* dengan harga sebuah komponen yang berbeda satu produk dengan produk yang lain. Namun sebagaimana sebuah studi, model ini juga masih memiliki kelemahan yakni terletak pada estimasi kuantitas dan biaya yang digunakan sebagai informasi yang diperlukan dalam model. Fokus untuk penelitian ini menggunakan model *commonality index* yang dikenalkan Wacker dan Trevelen (1989).

Pembahasan berkaitan dengan *schedule instability* baik dari dampak ataupun strategi dalam menanggulangi dampak dari fenomena tersebut sudah cukup banyak dibahas. Namun ternyata, Pujawan (2008) mengidentifikasi bahwa tidak banyak peneliti yang meninjau fenomena *schedule instability* dalam konteks rantai pasok. Terdapat beberapa studi yang bersifat eksperimental yang dilakukan untuk mengukur tingkat *schedule instability* yang dialami oleh masing-masing entitas yakni pembeli dan pemasok dalam sistem rantai pasok sederhana dengan mempertimbangkan *cost structure* dan *safety stock* pada masing-masing entitas (Pujawan, 2008). Sedangkan yang membahas tentang *component commonality*

dan *schedule instability* adalah Meixell (2005) yang mempelajari pengaruh dari biaya setup, *commonality*, dan dengan batasan kapasitas. Selain itu, Ahmadi (2013) mencoba melakukan studi esperimental pada rantai pasok sederhana untuk mengukur *schedule instability* pada masing-masing entitas yakni manufaktur dan pemasok dengan mempertimbangkan adanya *component commonality*. Namun sejauh ini, masih belum banyak yang membahas secara spesifik pengaruh strategi *commonality* dalam mengatasi *schedule instability* pada sistem rantai pasok. Selain itu, studi Song dan Zhao (2009) menemukan hal yang menarik yakni tidak selamanya penggunaan komponen yang sama dapat mengurangi biaya operasional. Terlebih lagi jika terdapat pertimbangan *lead time* dari komponen tersebut.

Dalam penelitian ini akan mencoba untuk memberikan suatu analisis secara rinci tentang pengaruh *commonality* terhadap *schedule instability* pada sistem rantai pasok *two-stage*. Penelitian sebelumnya cukup membahas hanya dalam konteks rantai pasok sederhana yakni hanya mempertimbangkan satu entitas saja. Padahal dalam sistem rantai pasok harus ada koordinasi untuk meminimalisasi resiko yang bisa timbul akibat adanya kepentingan masing-masing entitas untuk mendapat keuntungan. Oleh karena itu dalam penelitian ini sudut pandang yang akan dilihat dari adanya kordinasi antara manufaktur dan pemasok dengan mempertimbangkan beberapa tingkat *commonality* (*commonality index*) yang telah dibahas sebelumnya. Berikut ini akan dibahas berkaitan dengan masalah kordinasi pada rantai pasok.

2.1.5 Kordinasi Rantai Pasok *Two-Stage*

Seperti yang dibahas sebelumnya permasalahan ketidakpastian permintaan masih menjadi penyebab utama pada *schedule instability*. Dampak dari timbulnya *schedule instability* juga berdampak pada kinerja rantai pasok. Karena ketika terjadi *schedule instability* pada salah satu perusahaan yang berada pada sistem rantai pasok akan dapat menghambat proses yang terjadi pada perusahaan lain yang menjadi bagian dalam sistem rantai pasok. Sistem rantai pasok tidak dapat berdiri sendiri, melainkan harus ada saling ketergantungan antara perusahaan satu dengan perusahaan yang lain pada sistem rantai pasok. Seperti yang didefinisikan

Pujawan dan Mahendrawathi (2010), rantai pasok merupakan jaringan perusahaan-perusahaan yang secara bersama-sama bekerja untuk menciptakan dan menghantarkan suatu produk ke tangan pemakai akhir.

Ketika perusahaan yang berada dalam sistem rantai pasok tidak bekerja bersama-sama maka akan timbul kecenderungan untuk memaksimalkan keuntungan sendiri tanpa memperdulikan perusahaan lain yang berada dalam jaringan rantai pasok. Kasus yang sering terjadi dalam fenomena *schedule instability* dalam hubungan manufaktur dan pemasok, manufaktur yang tidak melakukan kerjasama dengan pemasok akan melakukan upaya untuk meminimalkan dampak negatif dari fenomena tersebut dengan jalan melakukan pemesanan yang sesuai keinginan tanpa memperdulikan dampak yang terjadi di pemasok. Ketika hal ini terjadi bisa jadi manufaktur akan dapat mengurangi dampak negatif dari fenomena *schedule instability* dan biaya produksi yang timbul. Namun, resiko dan dampak negatif dari fenomena tersebut akan dialihkan kepada pemasok sehingga pemasok akan memiliki *schedule instability schedule instability* yang tinggi dan juga biaya yang timbul akibat dari peristiwa tersebut. Oleh karena itu, studi berkaitan dengan permasalahan kerjasama jaringan dalam rantai pasok untuk mengatasi saling bertukar resiko diantara perusahaan yang berada di rantai pasok mulai menjadi perhatian baik akademisi dan praktisi dalam beberapa tahun terakhir (Oke dan Gopalakrishnan, 2009, dalam Arshinder dkk, 2011).

Konsep kordinasi dalam rantai pasok muncul sebagai alternatif untuk mengatasi tantangan dalam rangka perbaikan kinerja dari perusahaan yang berada pada rantai pasok (Arshinder dkk, 2011). Stank dkk. (1999) (dalam Arshinder dkk, 2011) mencoba melakukan studi berkaitan dengan proses kordinasi dengan beberapa karakteristik yakni efektifitas komunikasi, pertukaran informasi, kesepakatan kerjasama, dan pengawasan kinerja. Betapa pentingnya peranan kordinasi dalam sistem rantai pasok dalam memperbaiki sistem kinerja rantai pasok. Akan tetapi, masih belum banyak studi yang membahas berkaitan dengan kordinasi dalam sistem rantai pasok untuk mengurangi dampak dari *schedule instability* (Wazed dkk, 2008).

Salah satu studi yang dilakukan Sahin dkk. (2008) mencoba untuk memberikan konsep kordinasi dalam sistem rantai pasok untuk melihat dampak *schedule instability* pada level MPS dalam sistem rantai pasok *two-stage* (integrasi manufaktur dan pemasok). Strategi yang digunakan dalam studi tersebut menggunakan strategi pembekuan beberapa periode dalam satu horison perencanaan. Mekanisme integrasi yang terjadi pada studi tersebut akan diilustrasikan pada gambar berikut ini:

Initial Planning cycle									
Time	1	2	3	n	4	5	6	7	T
Manufaktur									
Demand	20	7	28	16	5	21	27	20	
MPS	27		28	21	17	21	27	20	
MRP Item (L4L)									
Gross Rqmt.	27	0	28	21	0	21	27	20	
Order	27		28	21					
Vendor									
Demand	27	0	28	21					
Lot-size	27		49	0					
Proj. Beg. Inv.	0	0	0	21					

Gambar 2.5 Mekanisme horison perencanaan dalam kondisi sistem rantai pasok two-stage dalam penelitian Sahin dkk. (2008)

Dalam mekanisme studi tersebut terdapat aspek kebijakan kordinasi yang dinamakan dengan kebijakan *Advanced Order Commitment* (AOC). Dimana mekanisme kebijakan tersebut, manufaktur melakukan pesanan ke pemasok dalam *lead time* minimal yang dimiliki pemasok. Selain itu juga, dalam kebijakan tersebut terdapat perspektif dalam kordinasi yakni berbagi informasi yang diartikan dalam mekanisme tersebut pemasok sudah tahu berapa pesanan yang

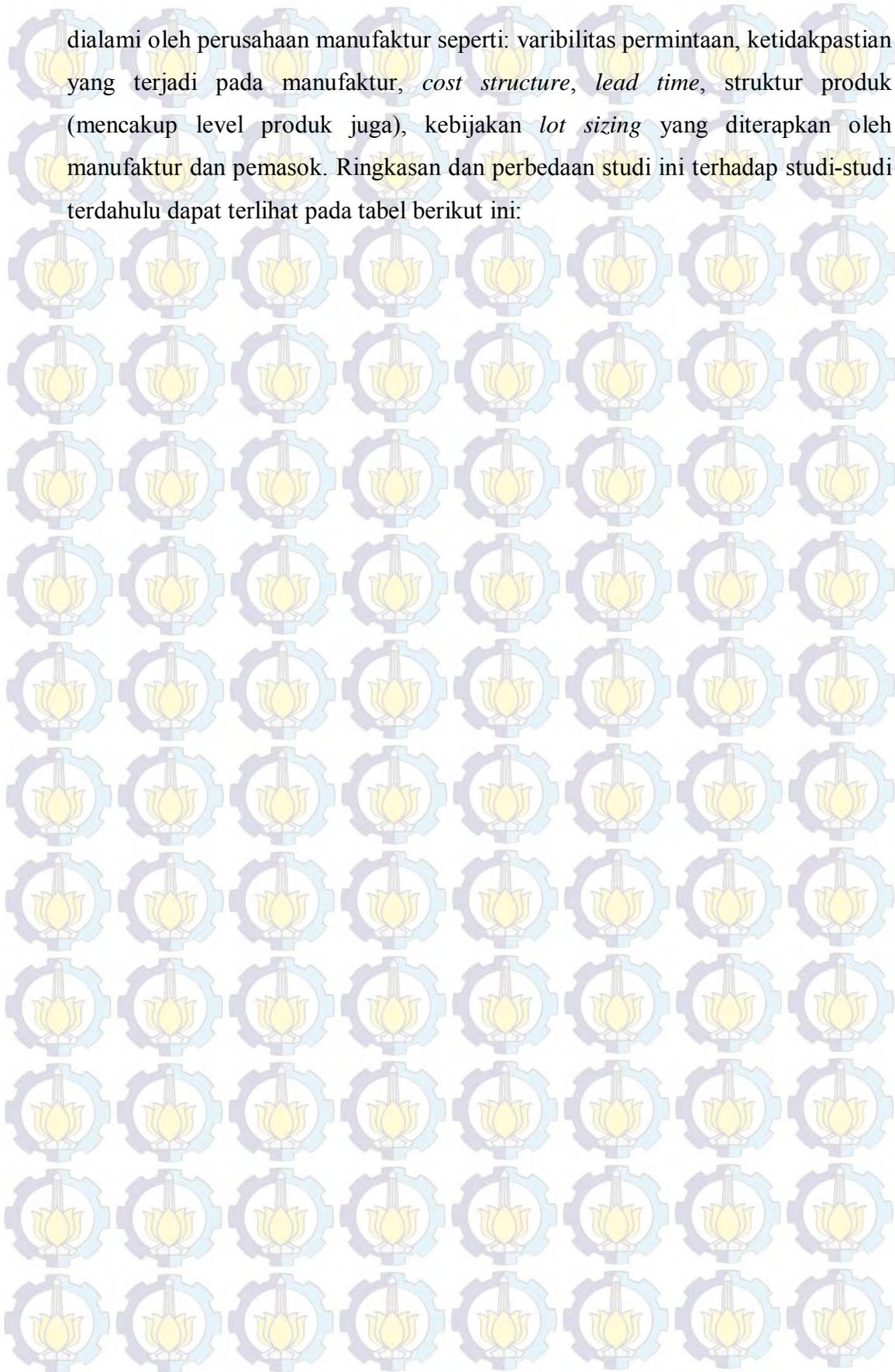
akan dilakukan oleh manufaktur sehingga pemasok tidak perlu melakukan peramalan terlebih dahulu. Dengan kebijakan tersebut diharapkan dapat mengurangi resiko yang akan terjadi di pemasok dan juga dapat memperbaiki kinerja dalam sistem rantai pasok. Dalam studi tersebut juga diperhatikan faktor lingkungan yang meliputi panjang siklus perencanaan normal dari manufaktur, tingkat permintaan, permintaan yang tidak pasti, dan fleksibilitas dari pemasok. Hasil dari studi kebijakan dari koordinasi dinilai cukup membawa manfaat dalam meminimalisasi resiko yang terjadi pada sisi pemasok, sehingga *schedule instability* yang terjadi dari sisi pemasok tidak terlalu besar.

Dari studi tersebut memang masih berkaitan dengan produk yang tidak bervariasi atau hanya produk sejenis, hal yang menarik ketika dikondisikan produk yang ada bervariasi. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dicoba menjawab sebuah tantangan tersebut dengan mengaplikasikan konsep koordinasi dalam mekanisme rantai pasok *two-stage* yang diaplikasikan pada produk yang bervariasi. Pendekatan yang dilakukan akan diuji cobakan menggunakan strategi *component commonality* sebagai strategi pendukung untuk meminimalisasi dampak dari fenomena *schedule instability*. Dalam studinya juga Wazed dkk. (2008) mengidentifikasi bahwa penggunaan strategi *component commonality* dalam lingkup *multi-stage* masih menjadi studi yang baru dan belum ada penelitian yang meninjau dari sisi tersebut.

2.2 Posisi Penelitian

Dari pembahasan penelitian-penelitian terdahulu berkaitan dengan fenomena *schedule instability*, dalam studi ini mencoba menjawab sebuah tantangan dan juga mengisi *research gap* yang ada yakni pengaplikasian *component commonality* pada sistem rantai pasok *two-stage* dengan adanya integrasi manufaktur dan pemasok melalui koordinasi berbagi informasi. Evaluasi yang dilakukan dalam studi ini tidak jauh dari penelitian terdahulu oleh Sridharan dan Kadipasaoglu (1995) yakni meninjau dari tiga aspek: *schedule instability*, *service level*, total biaya yang dialami oleh kedua entitas dalam rantai pasok. Selain itu, dalam studi ini juga mempertimbangkan kondisi operasional pada rantai pasok yang diatur sedemikian rupa untuk mewakili situasi yang sering

dialami oleh perusahaan manufaktur seperti: variabilitas permintaan, ketidakpastian yang terjadi pada manufaktur, *cost structure*, *lead time*, struktur produk (mencakup level produk juga), kebijakan *lot sizing* yang diterapkan oleh manufaktur dan pemasok. Ringkasan dan perbedaan studi ini terhadap studi-studi terdahulu dapat terlihat pada tabel berikut ini:

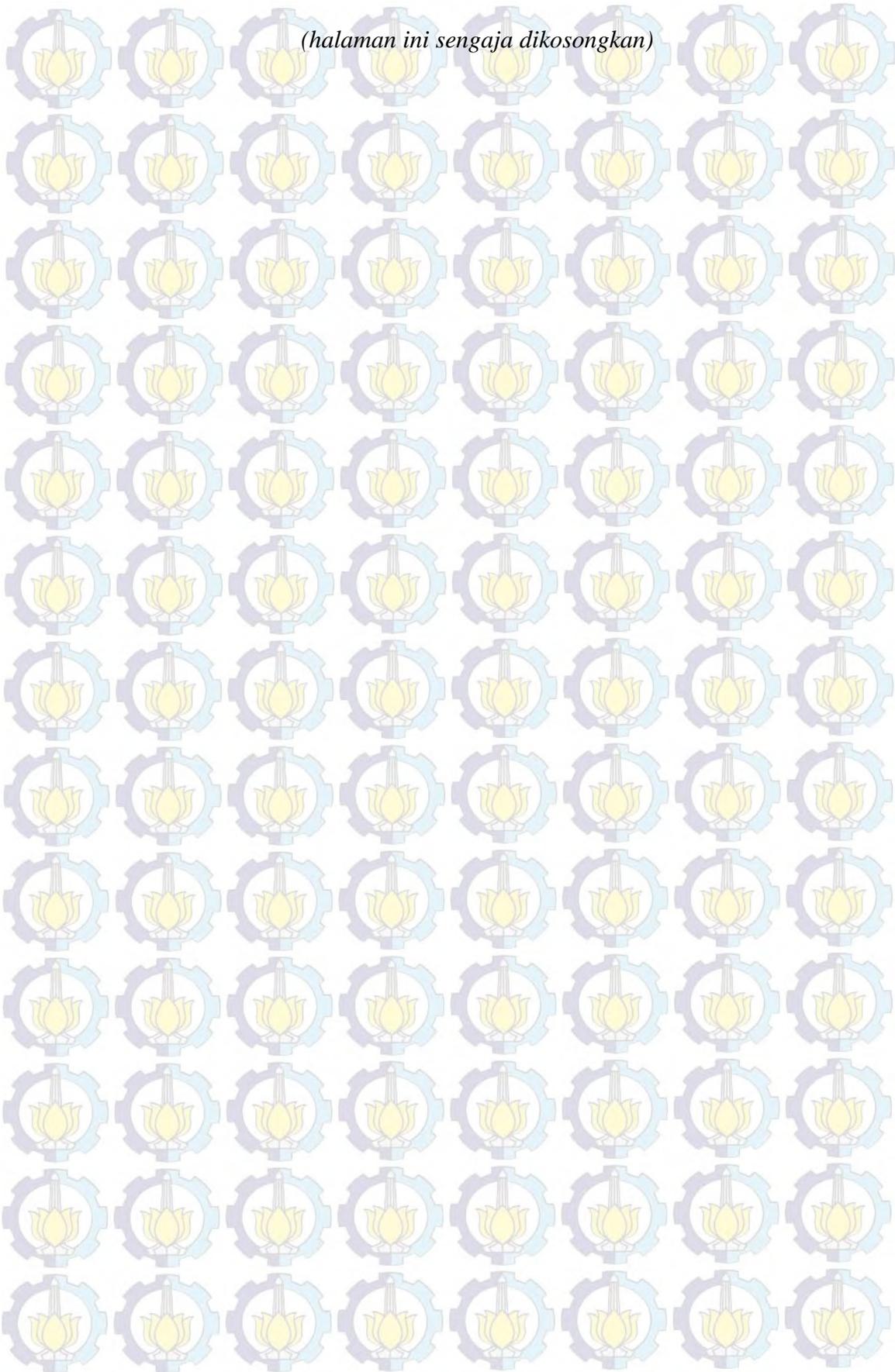


Tabel 2.1 Posisi penelitian terhadap studi-studi terdahulu

Kategori	Penelitian										
	Sridharan dan LaForge (1989)	Zhao dan Lee (1993)	Kadipasaouglu dan Sridharan (1995)	Zhao dan Lam (1997)	Kazan (2000)	Zhou dan Grubbstrom (2004)	Meixell (2005)	Pujawan (2008)	Sahindkk (2008)	Ahmadi (2013)	Penelitian ini
A. Obyek Amatan											
a. Entitas tunggal	V	V	V	V	V	V					
b. Rantai pasok							V	V	V	V	V
B. Faktor Operasional											
a. Struktur Produk											
1. <i>Single level</i>	V				V			V	V		
2. <i>Multi level</i>		V	V	V		V	V			V	V
b. Permintaan											
1. Deterministik		V									
2. Mengikuti distribusi tertentu	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
c. <i>Lead Time</i>											
1. Tidak dipertimbangkan	V	V	V	V	V		V	V	V		
2. Dipertimbangkan						V				V	V
C. Usulan Metode											
a. <i>Safety stocks</i>	V		V					V			
b. Pembekuan MPS		V	V	V					V		
c. Modifikasi <i>lot sizing</i>			V	V	V						
d. <i>Component commonality</i>						V	V			V	V

Kategori	Penelitian										
	Sridharan dan LaForge (1989)	Zhao dan Lee (1993)	Kadipasaouglu dan Sridharan (1995)	Zhao dan Lam (1997)	Kazan (2000)	Zhou dan Grubbstrom (2004)	Meixell (2005)	Pujawan (2008)	Sahin dkk (2008)	Ahmadi (2013)	Penelitian ini
D. Parameter Evaluasi											
a. Tingkat <i>instability</i>	V	V	V	V			V	V	V	V	V
b. <i>Service level</i>	V	V	V							V	V
c. <i>Total cost</i>	V	V	V	V	V	V			V	V	V
d. <i>Vendor flexibility</i>									V		

(halaman ini sengaja dikosongkan)



BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan acuan yang digunakan untuk membuat penelitian dapat berjalan secara sistematis sesuai dengan *framework* penelitian. Sugiyono (2004) memaparkan metodologi penelitian merupakan cara ilmiah yang digunakan oleh seorang peneliti untuk mendapatkan informasi atau data dengan tujuan dan kegunaan tertentu.

Pada penelitian ini akan dilakukan studi eksperimen faktorial penuh (*full factorial experiment*) untuk mengamati pengaruh *component commonality* yang berbeda terhadap tingkat *schedule instability*, *service level*, dan *total cost* pada sistem integrasi rantai pasok, yakni integrasi hubungan antara manufaktur-pemasok (*two-stage*). Berikut ini akan dijelaskan mengenai langkah-langkah yang akan dilakukan selama proses penelitian.

3.1 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

3.1.1 Studi Literature

Studi literature dapat dikatakan sebagai suatu teknik pengumpulan data dan penelaahan terhadap buku-buku, literatur-literatur, catatan-catatan atau dokumen yang berkaitan dengan penelitian. Studi literatur dijadikan para peneliti sebagai langkah awal dalam menentukan topik penelitian. Setelah topik penelitian ditentukan, langkah selanjutnya adalah melakukan kajian teori yang berkaitan dengan penelitian tersebut. Oleh karena itu studi literature merupakan aspek yang penting dalam sebuah penelitian.

Dalam penelitian ini berangkat dari studi Sridharan dan LaForge (1989) berkaitan dengan terjadinya fenomena *schedule instability* pada level MRP. Dalam studi tersebut dilakukan pendekatan *safety stock* sebagai pendekatan untuk meminimalisasi dampak dari *schedule instability*. Permasalahan muncul ketika dalam penelitian ini hanya diperbincangkan satu jenis produk saja, sebuah tantangan ketika timbul fenomena *schedule instability* pada produk yang bervariasi. Selain itu dalam studi ini juga tidak mempertimbangkan ruang lingkup

rantai pasok. Namun, studi ini dijadikan landasan penelitian ini untuk mempertimbangkan ukuran kinerja yang digunakan yakni *schedule instability*, *service level*, dan total biaya. Ketiga ukuran kinerja tersebut dinilai cukup menarik dan cukup mewakili dalam mencapai tujuan dari penelitian yang akan dilakukan.

Perihal menjawab tantangan yang ada berkaitan dengan fenomena *schedule instability* yang terjadi pada produk bervariasi, beberapa jurnal cukup membantu untuk menjawab tantangan tersebut. Jurnal berkaitan dengan *component commonality* muncul sebagai alternatif strategi untuk mengurangi dampak *schedule instability*. Jurnal Wacker dan Treleven (1989) menjadi salah satu acuan dalam menyelesaikan permasalahan berkaitan dengan *schedule instability*. Dalam jurnal tersebut mengakomodir berkaitan dengan tingkat *commonality indices* yang dapat dipertimbangkan untuk membentuk faktor eksperimental dari penelitian ini. Selain itu, jurnal pendukung yang lain yakni Wazed dkk. (2008, 2010) dapat menjadi pertimbangan tersendiri dalam penambahan kompleksitas dari penelitian ini berkaitan dengan pengaplikasian *component commonality* pada rantai pasok *two-stage*.

Untuk masalah berkaitan *schedule instability* pada rantai pasok *two-stage* dan masalah mekanisme terjadi koordinasi, jurnal Sahin dkk. (2008) cukup membantu dalam menjawab tantangan tersebut. Melalui mekanisme kebijakan *Advanced Order Commitment (AOC)* dengan mengakomodir integrasi antara manufaktur dan pemasok. Selain itu juga, jurnal dari Zhou dan Grubbstrom (2004) dan Pujawan (2008) mendukung proses untuk merancang faktor eksperimental dalam konteks rantai pasok. Fokus dari penelitian ini adalah melihat bagaimana penggunaan *component commonality* dalam mekanisme rantai pasok *two-stage* mampu mempengaruhi *schedule instability*, *service level*, dan total biaya yang dihasilkan. Jurnal lain berkaitan dengan koordinasi antara entitas juga dijadikan referensi tambahan untuk membentuk suatu faktor eksperimental ataupun ukuran kinerja yang dapat tepat untuk mencapai tujuan penelitian.

Setelah melakukan tahap studi literatur, selanjutnya dilakukan perencanaan mekanisme alur tahapan dari penelitian ini hingga mampu menjawab tujuan dan masalah yang diangkat di dalam penelitian ini. adapun beberapa tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi tahapan merancang

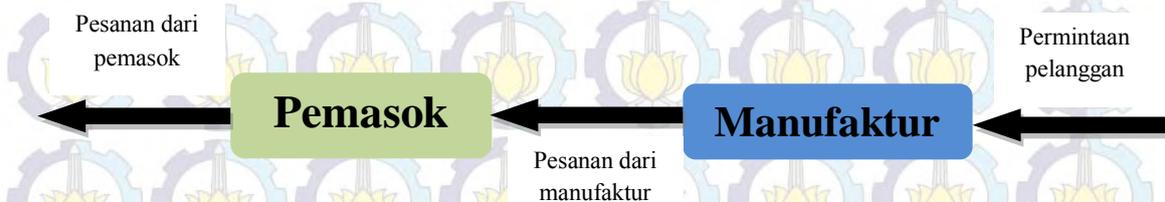
mekanisme simulasi, tahap merancang faktor eksperimen dan ukuran kinerja yang dipertimbangkan dalam penelitian ini. kemudian setelah tahapan tersebut dilanjutkan ke tahap berikutnya yakni tahap simulasi, tahap analisis hasil simulasi, tahap penarikan kesimpulan dan saran. Tahap yang dirancang dibuat sedemikian rupa untuk mampu menghasilkan proses yang baik dalam mencapai tujuan akhir dalam penelitian ini. Rancangan tahap pelaksanaan penelitian ini dapat diilustrasikan pada gambar berikut ini:



Gambar 3.1 Tahap Pelaksanaan Penelitian

3.1.2 Tahap Merancang Mekanisme Simulasi

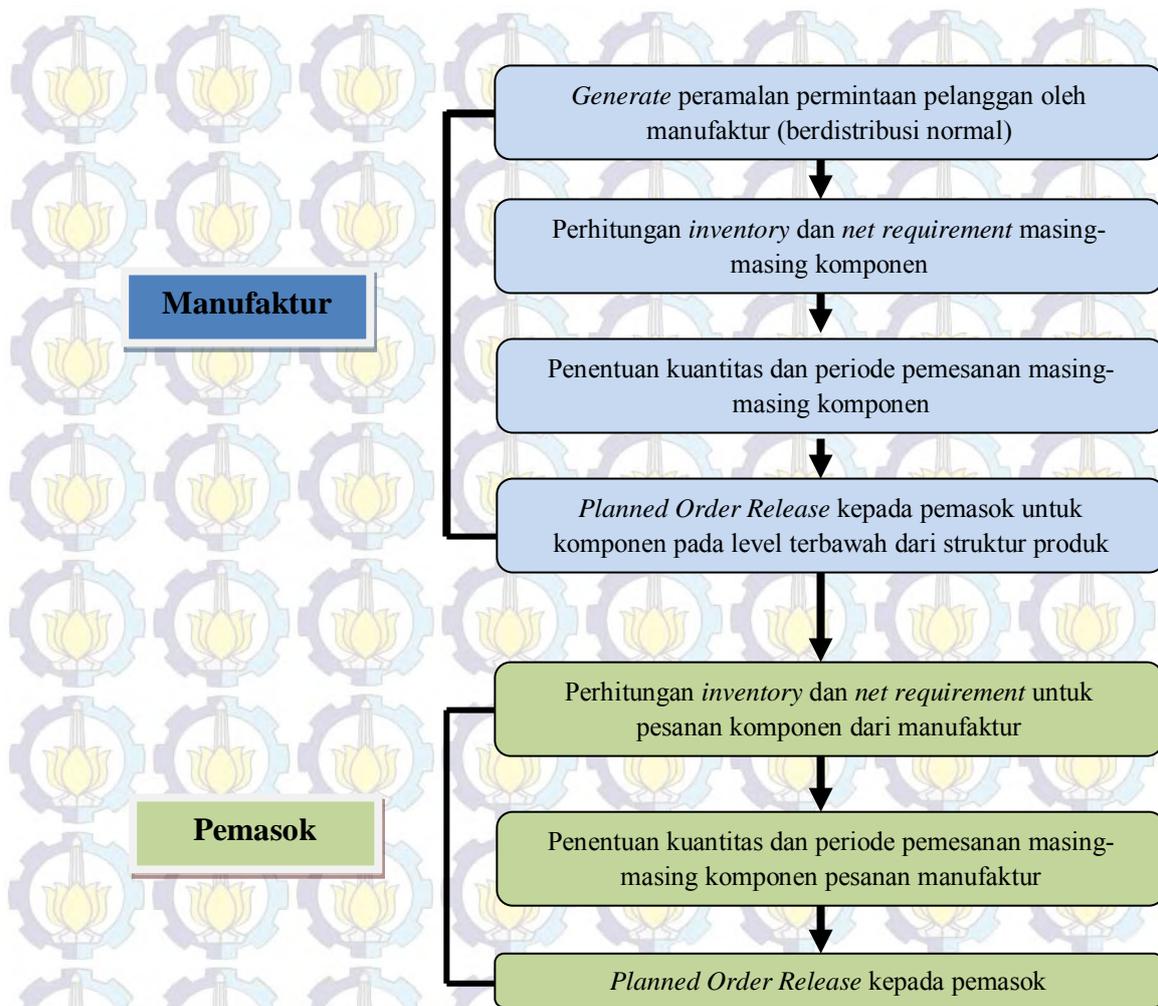
Pada tahapan ini dilakukan perancangan mekanisme yang dilakukan dalam penelitian ini. Mekanisme yang diharapkan dalam penelitian ini bisa diilustrasikan pada gambar berikut ini:



Gambar 3.2 konfigurasi mekanisme sistem yang diamati pada rantai pasok *two-stage* yang mempertimbangkan integrasi antara manufaktur dan pemasok

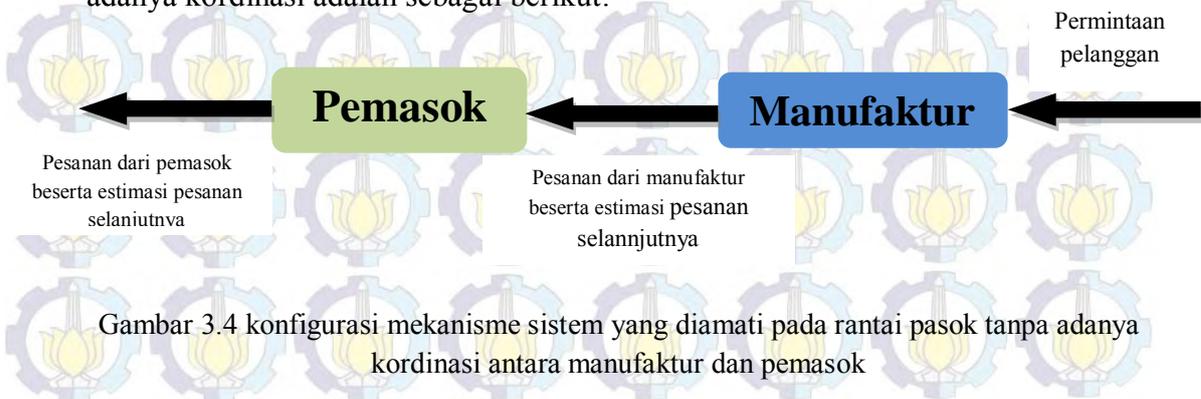
Mekanisme yang diilustrasikan pada gambar tersebut dilakukan dengan adanya mekanisme kebijakan dengan adanya koordinasi yang diutarakan pada studi Sahin dkk. (2008). Dimana dengan kebijakan dalam studi tersebut peramalan hanya dilakukan satu kali yakni peramalan yang dilakukan oleh manufaktur berkaitan dengan peramalan permintaan pelanggan. Secara prosesnya, mekanisme tersebut diawali dengan manufaktur melakukan peramalan permintaan pelanggan untuk periode-periode setelah periode awal dari siklus perencanaan. Setelah itu dilakukan perhitungan persediaan dan *net requirement* masing-masing komponen untuk ditentukan kuantitas dan periode pemesanan dengan menggunakan kebijakan persediaan tertentu. Hasil dari perhitungan tersebut akan didapatkan *planned order release* kepada pemasok.

Setelah pemasok menerima *planned order release* dari manufaktur, pemasok akan melakukan hal yang serupa yakni melakukan perhitungan persediaan dan *net requirement* masing-masing komponen. Selanjutnya ditentukan kuantitas dan periode pemesanan dengan menggunakan kebijakan persediaan yang sama dengan manufaktur. Tahapan dari mekanisme tersebut dapat ditampilkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 3.3 Tahapan dalam mekanisme simulasi

Disamping itu juga, dalam penelitian ini dilakukan mekanisme dengan lingkungan tidak adanya koordinasi pada sistem rantai pasok pada masing-masing entitas. Pemesanan yang dilakukan manufaktur pada pemasok adalah berupa estimasi sehingga pemasok harus melakukan peramalan dalam pemenuhan permintaan yang diminta manufaktur. Adapun mekanisme yang dilakukan dalam posisi tidak adanya koordinasi adalah sebagai berikut:



Gambar 3.4 konfigurasi mekanisme sistem yang diamati pada rantai pasok tanpa adanya koordinasi antara manufaktur dan pemasok

3.1.3 Tahap Merancang Faktor Eksperimental dan Ukuran Kinerja

Dalam tahap ini akan coba dipaparkan berkaitan dengan faktor eksperimental dan ukuran kinerja yang dipertimbangkan dalam penelitian ini. Dalam penelitian ini diberikan kondisi yang berbeda pada tiap-tiap faktor eksperimental yakni kondisi adanya kordinasi pada sistem integrasi rantai pasok (fokus dari penelitian ini) dan juga kondisi tidak adanya kordinasi dalam sistem integrasi rantai pasok (sebagai pembanding). Berikut ini akan dipaparkan berkaitan dengan faktor eksperimental yang dipertimbangkan dalam penelitian ini:

3.1.3.1 Varibilitas Permintaan

Variabilitas yang dimaksud adalah berkaitan dengan permintaan pelanggan yang fluktuatif dan direpresentasikan oleh peramalan permintaan yang fluktuatif. Ramalan permintaan dibangkitkan melalui pola distribusi normal dengan rata-rata sebesar 100 unit dan 200 unit pada masing-masing produk yakni produk A dan produk O. Variasi dari ramalan permintaan diperhitungkan dengan mengatur nilai *coefficient of variation* (perbandingan antara standar deviasi dengan rata-rata permintaan). Dalam penelitian ini hanya mencoba pada dua tingkat yang berbeda yakni 0.1, yang menggambarkan permintaan yang relatif stabil, dan 0.4 yang dijadikan gambaran dari fluktuasi permintaan yang relatif lebih besar dan kurang stabil. Dua tingkat fluktuatif permintaan diambil dirasa cukup untuk mewakili kondisi yang akan menjadi tujuan penelitian.

3.1.3.2 Ketidakpastian Permintaan

Faktor ketidakpastian permintaan berkaitan dengan peramalan permintaan yang dilakukan oleh manufaktur dan memiliki nilai yang berbeda dengan permintaan aktual. Perbedaan tersebut diakibatkan oleh tingkat *error* (kesalahan) dalam proses peramalan. Kesalahan peramalan dicoba dikondisikan menggunakan distribusi normal dengan rata-rata nol dan nilai standar deviasi yang ditentukan secara spesifik. Dalam penentuan ketidakpastian permintaan juga coba dilakukan pada dua tingkat saja yang dirasa sudah cukup mewakili untuk melihat siklus yang terjadi untuk mencapai tujuan penelitian. Nilai standar deviasi dari peramalan yang diambil adalah 0.1 dan 0.4.

3.1.3.3 Tingkat *Component Commonality*

Faktor eksperimental pada tingkat *component commonality* dipertimbangkan dengan landasan studi yang dibangun oleh Wacker dan Travelen (1986). Tingkat *component commonality* didasarkan pada tingkat *commonality Indices* yang ada pada studi tersebut. Dalam penelitian ini akan dicoba menggunakan model TCCI sebagai dasar perhitungan dari indeks *commonality*. Hal tersebut dilakukan karena perhitungan yang dilakukan dalam model TCCI relatif lebih mudah dan juga memiliki nilai batasan antara 0, mewakili kondisi keseluruhan komponen adalah unik, dan 1 yang menggambarkan penggunaan komponen *commonality* secara sempurna. Struktur produk akan dibuat sedemikian rupa untuk menghasilkan tingkat *component commonality* empat tingkat. Nilai tingkatan yang akan diuji cobakan yakni nilai 0, 0.3, 0.7. Melalui empat tingkat ini diharapkan akan cukup mendapatkan hasil yang sesuai dengan tujuan yang diinginkan.

3.1.3.4 Struktur Biaya

Struktur biaya dimunculkan karena meninjau dari studi terdahulu yakni struktur biaya dari suatu item sangat berpengaruh terhadap *instability*, *total cost*, dan *service level* (Zhao dan Lee, 1993, Sridharan dan Kadipasaoglu, 1995). Struktur biaya dalam hal ini adalah rasio antara biaya *set-up* dengan biaya penyimpanan. Dalam penelitian ini biaya penyimpanan ditetapkan nilainya sebesar satu satuan. Sedangkan nilai biaya *set-up* atau pemesanan dibuat bervariasi. Rasio ini menghasilkan jumlah periode permintaan yang akan dipenuhi melalui satu kali pesanan, umumnya diistilahkan dengan *time between order* (TBO). Semakin besar nilai dari biaya *set-up* atau pemesanan, maka akan semakin panjang periode permintaan yang akan dipenuhi melalui satu kali pesanan. Dapat diartikan semakin besar struktur biaya suatu produk/komponen, maka semakin besar pula nilai TBO yang dihasilkan. Pada penelitian, hanya manufaktur yang memiliki struktur biaya yang menghantarkan pada nilai T_M (TBO dari manufaktur). Hal itu karena pada penelitian ini menggunakan sistem koordinasi (*two-stage*) yang berakibat struktur biaya pada pemasok akan mengikuti struktur biaya yang dilakukan oleh pihak manufaktur. Namun, sebagai pembanding dalam

penelitian ini dimunculkan nilai T_S (TBO dari pemasok) dalam kondisi tidak adanya kordinasi dalam sistem rantai pasok. Terdapat tiga skenario struktur biaya yang dipertimbangkan dalam penelitian ini yakni ada tiga nilai T_M yakni 1, 3, dan 5 periode. Selain itu, terdapat dua skenario struktur biaya untuk nilai T_S yakni 2, dan 5 periode.

3.1.3.5 Kebijakan Pemesanan

Dalam hal faktor eksperimen kebijakan pemesanan yang dipertimbangkan dalam penelitian ini yakni menggunakan kebijakan pemesanan *lot-for-lot*. Bentuk *lot sizing lot-for-lot* merupakan sebuah kebijakan persediaan yang apabila jumlah persediaan tidak memenuhi kebutuhan pada periode berikutnya, maka persediaan dipesan sama dengan jumlah yang ada pada *net requirement* untuk membangkitkan pada periode yang kekurangan tersebut. Metode ini juga digunakan dalam studi yang menjadi acuan mekanisme penelitian ini yakni sahin dkk., (2008).

3.1.3.6 Ukuran-ukuran kinerja

Ukuran-ukuran kinerja dirancang dalam rangka mengevaluasi pengaruh *compenent commonality* terhadap tingkat *schedule instability*, *total cost*, dan *service level* pada berbagai macam kondisi yang berbeda sesuai dengan faktor eksperimen yang dipaparkan sebelumnya. Berikut ini pemaparan berkaitan dengan ukuran kinerja yang menjadi acuan dalam penelitian ini:

Schedule Instability

Dalam penelitian ini menggunakan acuan yang diutarakan dalam penelitian Sridharan dan Kadipasaoglu (1995) yang mengukur *schedule instability* untuk *multi level* MRP. Dimana *Instability* (I) didefinisikan sebagai rata-rata perubahan kuantitas pesanan pada multi siklus perencanaan untuk semua item pada semua level terhadap jumlah komponen dalam struktur produk. Dapat dirumuskan persamaan dari ukuran kinerja *instability* adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{\sum_{\forall k \geq 1} \sum_{j=0}^m \left[\sum_{i=1}^{nj} \sum_{t=M_k}^{M_{k-1}+N-1} |Q_{ijt}^k - Q_{ijt}^{k-1}| \right]}{\sum_{\forall k \geq 1} \sum_{j=0}^m \left[\sum_{i=1}^{nj} \sum_t^{T-1} Q_{ijt}^{k-1} \right]} \dots\dots\dots (4)$$

dimana :

j : indeks untuk level ke j dari suatu struktur produk

i : indeks untuk item ke i pada level j dari suatu struktur produk

T : periode waktu

N : panjang horison perencanaan

K : siklus perencanaan

M_K : periode awal dari siklus perencanaan

Q_{ij}^k : kuantitas pemesanan untuk item i pada level j ketika periode t dan siklus Perencanaan k

Service Level

Nilai dari *service level* diukur seperti yang digunakan dalam penelitian terdahulu (Sridharan dan LaForge, 1990, dan Zhao dan Lee, 1993, Sridharan dan Kadipasaoglu, 1995) melalui metode *fill rate*, yakni proporsi dari *end-item demand* yang dapat dipenuhi dari stok.

Total Cost

Dalam ukuran kinerja berkaitan dengan *total cost*, elemen biaya yang diperhitungkan menggunakan elemen biaya yang umum digunakan dan telah dijadikan pertimbangan dalam studi-studi sebelumnya (Zhao dan Lee, 1993, Sridharan dan Kadipasaoglu, 1995) yakni terdiri dari *holding cost*, *setup/order cost*.

3.1.3.7 Mekanisme Eksperimen

Kondisi integrasi rantai pasok yang diamati dalam penelitian ini adalah kondisi dengan adanya kordinasi antara manufaktur dan pemasok berkaitan dengan informasi pemesanan yang dilakukan (atau dikenal dengan *advanced order commitment*). Selain itu, penelitian ini juga melakukan perbandingan dengan kondisi integrasi rantai pasok tanpa kordinasi untuk mendapatkan suatu hasil yang baik dan mampu mengaplikasikan dalam kondisi nyata.

Keseluruhan faktor eksperimental yang telah dijelaskan sebelumnya, untuk kondisi adanya kordinasi menghasilkan *experimental cell* sebanyak 36 b uah. Setelah itu, dilakukan 15 r eplikasi untuk menghasilkan jumlah percobaan

sebanyak 540 *cell*. Sedangkan untuk kondisi tidak ada kordinasi menghasilkan *experimental cell* sebanyak 144 buah. Dari *experimental cell* tersebut dilakukan 15 replikasi dan menghasilkan percobaan sebanyak 2.160 buah. Rangkuman dari faktor eksperimental dari penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut ini:

Tabel 3.1 Faktor-faktor eksperimental

Faktor	Level	Jumlah Level	Faktor	Level	Jumlah Level
Variabilitas permintaan konsumen	CV = 0,1; 0,4	2	Variabilitas permintaan konsumen	CV = 0,1; 0,4	2
Ketidakpastian permintaan manufaktur	STD = 0,1; 0,4	2	Ketidakpastian permintaan manufaktur	STD = 0,1; 0,4	2
<i>Commonality index</i>	TCCI = 0; 0,3; 0,7	3	<i>Commonality index</i>	TCCI = 0; 0,3; 0,7	3
TBO Manufaktur (T_M)	$T_M = 1, 3, 5$	3	TBO Manufaktur (T_M)	$T_M = 1, 3, 5$	3
			TBO Pemasok (T_S)	$T_S = 2, 5$	2
Jumlah <i>experimental cell</i>		36	Ketidakpastian permintaan pemasok	STD = 0,1; 0,4	2
Replikasi		15	Jumlah <i>experimental cell</i>		144
Jumlah Eksperimental		540	Replikasi		15
			Jumlah Eksperimental		2160

Faktor eksperimental kondisi Kordinasi

faktor eksperimental kondisi tidak ada kordinasi

3.1.4 Tahap Simulasi

Pada tahap ini akan dilakukan simulasi dengan berlandaskan pada mekanisme yang akan dijalankan dalam penelitian ini yakni integrasi antara manufaktur dan pemasok dengan mempertimbangkan adanya kordinasi dengan berbagi informasi berkaitan dengan jumlah pemesanan. Faktor eksperimen yang telah dirancang juga dijadikan pertimbangan untuk disimulasikan dalam penelitian ini. Dalam proses simulasi akan menggunakan bantuan *software* ms. Excel. Hasil dari simulasi ini diharapkan mampu menginterpretasikan dari kondisi nyata.

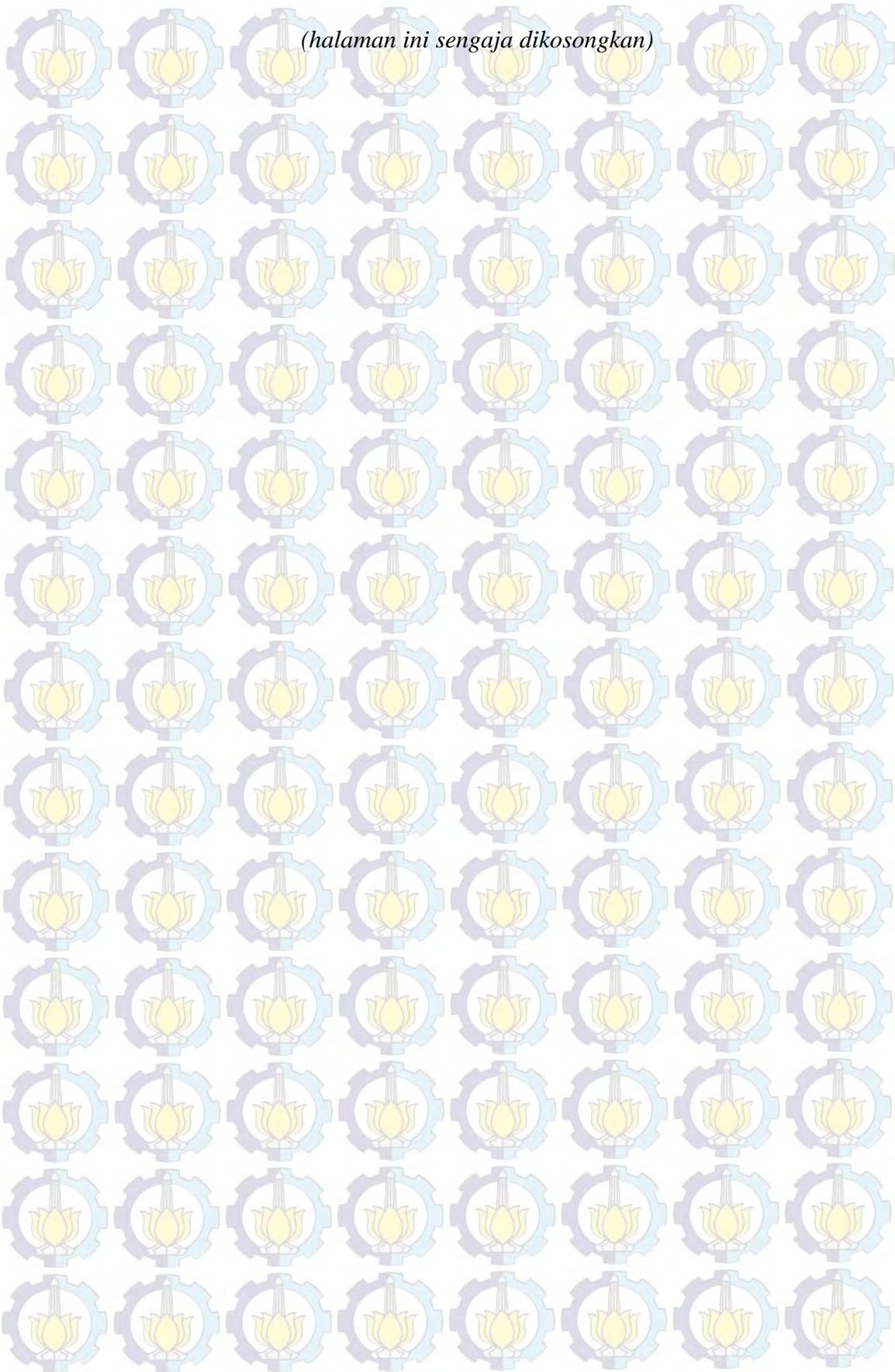
3.1.5 Tahap Analisis Hasil Simulasi

Dalam tahap ini proses analisis dilakukan dengan jalan menganalisa faktor-faktor eksperimen yang telah disimulasikan dalam mekanisme yang ada dengan ukuran kinerja yang telah ditentukan sebelumnya. Melalui hal tersebut akan mampu diketahui pengaruh dari tiap faktor eksperimen yang telah dirancang dalam penelitian ini.

3.1.6 Tahap Penarikan Kesimpulan dan Saran

Tahap terakhir dalam penelitian adalah penarikan kesimpulan dan pemberian saran untuk penelitian berikutnya. Tahap ini dilakukan berdasarkan hasil dari tahap sebelumnya yakni tahap analisis dari simulasi. Penarikan kesimpulan penelitian ini akan menjawab tujuan penelitian yang telah dirumuskan di awal berdasarkan penelitian ini.

(halaman ini sengaja dikosongkan)



BAB 4

DESAIN EKSPERIMEN

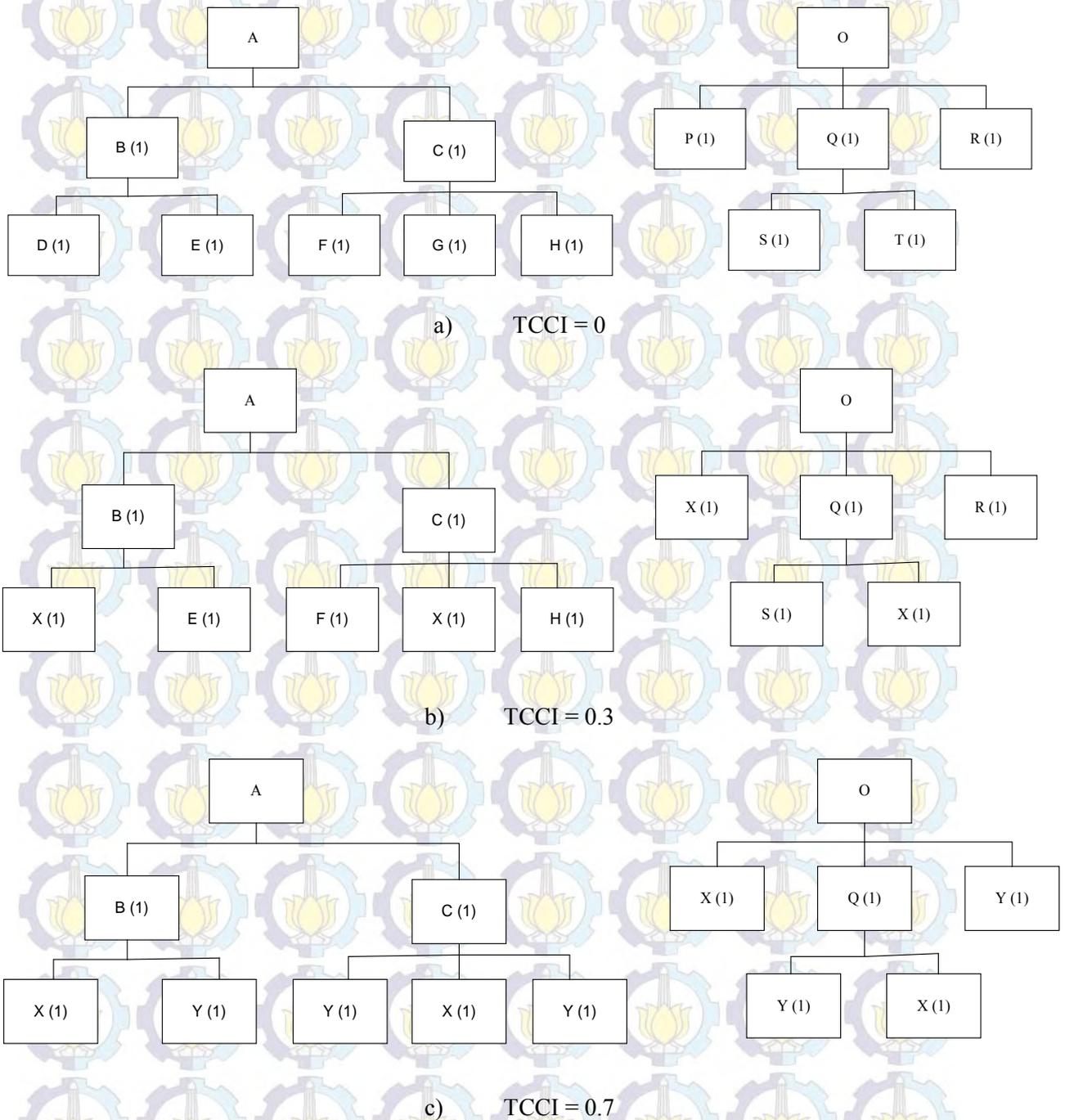
Pada bagian ini akan diberikan penjelasan tentang bagaimana penelitian ini dilakukan. Penelitian ini menggunakan studi eksperimen faktorial penuh (*full factorial experiment*) seperti yang telah dijelaskan di bab sebelumnya. Dengan menggunakan studi tersebut, maka dapat diamati pengaruh *component commonality* yang berbeda terhadap tingkat *schedule instability*, *service level*, dan total biaya pada sistem integrasi supply chain.

Dari faktor-faktor eksperimental yang telah dijelaskan sebelumnya, akan digunakan sebagai acuan dalam melakukan percobaan untuk penelitian ini. Secara lebih rinci pada bab ini akan dijelaskan tahapan dalam melakukan percobaan dalam penelitian ini.

4.1 Tahapan Percobaan

Sebagai gambaran awal, pada penelitian ini bertujuan untuk mengamati pengaruh dari tingkat *component commonality* yang berbeda pada tingkat *schedule instability*, *service level*, dan total biaya pada sistem integrasi supply chain. Fokus yang dilakukan pertama adalah penentuan produk yang dijadikan obyek dalam melakukan percobaan dalam penelitian. Dalam penelitian ini, dimisalkan terdapat dua produk akhir, yakni A dan O, beserta struktur produk masing-masing yang dirancang untuk menghasilkan nilai *index commonality* yang sesuai faktor eksperimental, yaitu 0, 0.3, 0.7. Produk A dan O disusun dari komponen-komponen B, C, D, E, F, G, H, P, Q, R, S, dan T, pada kondisi level yang tidak ada komponen yang sama. Sementara itu, komponen X dan Y mewakili sebagai *common component* yang dapat digunakan untuk mengganti komponen D, E, F, G, H, P, R, S, dan T secara berturut-turut. Terdapat asumsi dalam penelitian ini yakni rasio penggunaan komponen terhadap *parent item* adalah 1:1 dan tidak terdapat kendala teknologi dalam hal substitusi komponen yang unik dengan *common component*. Dalam penelitian ini tidak memasukkan unsur *lead time*, sehingga produk langsung bisa diterima baik produk akhir,

seluruh komponen, ataupun produk yang dikirim dari manufaktur ke pemasok. Sebagai gambaran struktur produk akhir A dan O dalam tingkat *commonality* yang berbeda tersaji pada gambar berikut ini:



Gambar 4.1 Struktur produk akhir A dan O pada tingkat *component commonality* yang berbeda, dimana a), b), dan c) memiliki nilai TCCI 0, 0.1, dan 0.7 secara berturut-turut

Setelah mengetahui struktur produk yang dijadikan sebagai objek penelitian, maka bisa dilakukan percobaan simulasi yang dimulai dari entitas manufaktur. Dimulai dari periode T, manufaktur diasumsikan menerima permintaan aktual yang dibangkitkan dari faktor eksperimental terhadap produk akhir A dan O. Sedangkan untuk periode T+1 hingga akhir horison perencanaan dilakukan peramalan permintaan yang memiliki tingkat kesalahan terhadap permintaan aktual dengan rata-rata dan standar deviasi tertentu sesuai dengan faktor eksperimental yang telah dijelaskan sebelumnya. Sebagai contoh hasil pembangkitan secara acak dari ramalan permintaan yang berdistribusi normal untuk produk A (pada struktur produk dengan nilai TCCI = 0) digambarkan pada tabel berikut ini:

Tabel 4.1 Permintaan aktual dan ramalan permintaan untuk produk A pada T = 1

Produk A	Periode (T)					
	1	2	3	4	5	6
Actual Demand	95					
Forecast Manufacturer		105	102	101	108	105
Inventory On Hand						
Nett Requirement						
Planned Order Receipt						
Planned Order Release						

Setelah mengetahui permintaan aktual dan ramalan permintaan dari produk akhir A, kemudian akan dihitung nilai proyeksi persediaan terhadap ramalan permintaan yang telah dibangkitkan. Penelitian ini menggunakan metode *lot for lot* (LFL) untuk menentukan periode dan besaran pemesanan. Selain itu, dalam penelitian ini tidak mempertimbangkan *lead time* dan juga tidak adanya persediaan awal dalam periode awal (T=0). Ringkasan dari perhitungan proyeksi persediaan dari produk akhir A dapat terlihat dari tabel berikut ini:

Tabel 4.2 Perhitungan proyeksi persediaan serta rencana pemesanan produk A

Produk A	Periode (T)					
	1	2	3	4	5	6
Actual Demand	95					
Forecast Manufacturer		105	102	101	108	105
Inventory On Hand	0	0	0	0	0	0
Nett Requirement	95	105	102	101	108	105
Planned Order Receipt	95	105	102	101	108	105
Planned Order Release	95	105	102	101	108	105

Tabel 4.3 Mekanisme perhitungan dan pemesanan untuk komponen D

Komponen B	Periode (T)					
	1	2	3	4	5	6
Gross Requirement	95	105	102	101	108	105
Inventory On Hand	0	0	0	0	0	0
Nett Requirement	95	105	102	101	108	105
Planned Order Receipt	95	105	102	101	108	105
Planned Order Release	95	105	102	101	108	105
	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Komponen D	Periode (T)					
	1	2	3	4	5	6
Gross Requirement	95	105	102	101	108	105
Inventory On Hand	0	0	0	0	0	0
Nett Requirement	95	105	102	101	108	105
Planned Order Receipt	95	105	102	101	108	105
Planned Order Release	95	105	102	101	108	105
	↓	↓	↓	↓	↓	↓
PEMASOK	Periode (T)					
	1	2	3	4	5	6
Gross Requirement	95	105	102	101	108	105
Inventory On Hand	0	0	0	0	0	0
Nett Requirement	95	105	102	101	108	105

Selanjutnya dilakukan mekanisme yang sama hingga didapatkan rencana kebutuhan dari komponen terbawah dari struktur produk. Rencana kebutuhan inilah yang kemudian akan menjadi rencana pemesanan dan input bagi pemasok.

Sebagai pertimbangan sebagai inputan yang sama yakni perhitungan proyeksi nilai sesuai dengan tabel 4.2. Berikut ini ringkasan dari mekanisme komponen D dan E dapat terlihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.4 Mekanisme perhitungan pemesanan untuk komponen E

Komponen E	Periode (T)					
	1	2	3	4	5	6
Gross Requirement	95	105	102	101	108	105
Inventory On Hand	0	0	0	0	0	0
Nett Requirement	95	105	102	101	108	105
Planned Order Receipt	95	105	102	101	108	105
Planned Order Release	95	105	102	101	108	105
PEMASOK						
Komponen E	Periode (T)					
	1	2	3	4	5	6
Gross Requirement	95	105	102	101	108	105
Inventory On Hand	0	0	0	0	0	0
Nett Requirement	95	105	102	101	108	105

Tabel 4.5 Ringkasan pemesanan komponen D, dan E pada periode T = 1

Rencana Pemesanan	Periode (T)					
	1	2	3	4	5	6
Komponen D	95	105	102	101	108	105
Komponen E	95	105	102	101	108	105

Kondisi pemesanan komponen D dan E ketika periode berganti menjadi T+1 (dalam hal ini T=2) dapat terjadi perubahan rencana pemesanan yang telah dilakukan pada periode sebelumnya. Hal itu terjadi karena permintaan produk akhir pada periode T hanya bersifat peramalan semata. Sehingga pada periode T+1 perlu dilakukan perhitungan ulang terhadap kebutuhan tiap-tiap produk dan komponen. Jika coba dikondisikan posisi proyeksi pemesanan dengan mempertimbangkan permintaan aktual (dalam parameter faktor eksperimental) yang terjadi pada periode T+1, dapat diperoleh rencana kebutuhan dan pemesanan dari komponen D dan E seperti yang tersaji pada tabel berikut ini:

Tabel 4.6 Perhitungan rencana kebutuhan dan pemesanan komponen D dan E pada periode T = 2

Komponen D	Periode (T)					
	1	2	3	4	5	6
Gross Requirement	121	102	95	108	100	94
Inventory On Hand	0	0	0	0	0	0
Nett Requirement	121	102	95	108	100	94
Planned Order Receipt	121	102	95	108	100	94
Planned Order Release	121	102	95	108	100	94

Komponen E	Periode (T)					
	1	2	3	4	5	6
Gross Requirement	121	102	95	108	100	94
Inventory On Hand	0	0	0	0	0	0
Nett Requirement	121	102	95	108	100	94
Planned Order Receipt	121	102	95	108	100	94
Planned Order Release	121	102	95	108	100	94

Tabel 4.7 Ringkasan pemesanan komponen D dan E pada periode T = 2

Rencana Pemesanan	Periode (T)					
	1	2	3	4	5	6
Komponen D	121	102	95	108	100	94
Komponen E	121	102	95	108	100	94

Dari ringkasan pemesanan komponen D dan E pada periode T=2, terlihat jelas terdapat perbedaan pada jumlah kuantitas pemesanan jika dibandingkan dengan rencana pemesanan komponen D dan E pada periode T=1. Hal inilah yang dapat menimbulkan ketidakstabilan pada aktivitas penjadwalan produksi, baik pada manufaktur ataupun pemasok. Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya *schedule instability* tidak hanya berkaitan dengan perubahan kuantitas pemesanan, pergeseran periode pemesanan juga bisa terjadi setelah dilakukan perhitungan ulang terhadap rencana kebutuhan komponen pada periode baru. Namun, pada penelitian ini berfokus pada *schedule instability* yang berkaitan dengan perubahan kuantitas pemesanan.

Pada simulasi lain, dengan menggunakan tingkat *component commonality* yang berbeda (TCCI=0.3) tahapan yang dilakukan tidak berbeda. Hanya adanya perampingan komponen sehingga pemesanan yang dilakukan lebih banyak secara kuantitas. Dalam penelitian ini, seperti yang ada pada gambar 4.1 terlihat bahwa untuk struktur produk A dalam hal ini komponen D dan komponen G akan digantikan oleh komponen X. Sehingga input dari komponen X, adalah akumulasi *planned order release* dari komponen B dan komponen C. Untuk komponen B perhitungan sudah terlihat pada tabel 4.3. Berikut mekanisme perhitungan dari komponen X untuk T=1 :

Tabel 4.8 Mekanisme perhitungan pemesanan komponen C dan X

Komponen C	Periode (T)					
	1	2	3	4	5	6
Gross Requirement	95	105	102	101	108	105
Inventory On Hand	0	0	0	0	0	0
Nett Requirement	95	105	102	101	108	105
Planned Order Receipt	95	105	102	101	108	105
Planned Order Release	95	105	102	101	108	105

Komponen X	Periode (T)					
	1	2	3	4	5	6
Gross Requirement	190	210	204	202	216	210
Inventory On Hand	0	0	0	0	0	0
Nett Requirement	190	210	204	202	216	210
Planned Order Receipt	190	210	204	202	216	210
Planned Order Release	190	210	204	202	216	210

PEMASOK

Komponen X	Periode (T)					
	1	2	3	4	5	6
Gross Requirement	190	210	204	202	216	210
Inventory On Hand	0	0	0	0	0	0
Nett Requirement	190	210	204	202	216	210

Setelah itu dilakukan kembali untuk perhitungan pada posisi T=2 seperti yang dijelaskan pada tabel 4.6 yang dijadikan contoh inputan untuk mendapatkan

perhitungan komponen X pada $T=2$. Adapun lebih jelasnya, pada tabel 4.9 akan diperlihatkan bagaimana rencana perhitungan komponen X pada $T=2$.

Tabel 4.9 Perhitungan rencana kebutuhan dan pemesanan komponen X pada periode $T = 2$

Komponen X	Periode (T)					
	1	2	3	4	5	6
Gross Requirement	242	204	190	216	200	188
Inventory On Hand	0	0	0	0	0	0
Nett Requirement	242	204	190	216	200	188
Planned Order Receipt	242	204	190	216	200	188
Planned Order Release	242	204	190	216	200	188

Tabel 4.10 Ringkasan pemesanan komponen X pada periode $T = 1$ dan $T = 2$

Rencana Pemesanan	Periode (T)					
	1	2	3	4	5	6
Komponen X ($T = 1$)	190	210	204	202	216	210
Komponen E ($T = 2$)	242	204	190	216	200	188

Pada posisi, tingkat $TCCI = 0.7$ juga berlaku seperti yang telah dijelaskan pada tingkat $TCCI = 0.3$ yang telah dijelaskan sebelumnya. Proses *instability* juga masih berkaitan dengan perbedaan kuantitas pada perencanaan produksi. Selain itu, pada penelitian ini akan dilakukan mekanisme dimana tidak ada koordinasi dalam sistem supply chain pada entitas manufaktur dan pemasok. Hal itu dilakukan untuk membandingkan posisi kondisi *schedule instability* pada mekanisme yang berbeda yakni adanya koordinasi (*two-stage supply chain*) dan tidak ada koordinasi. Perbedaan yang terlihat dari mekanisme tidak adanya koordinasi yakni pemasok tidak mengetahui berapa besar pesanan yang dilakukan oleh manufaktur sehingga pemasok harus melakukan peramalan untuk komponen yang harus disediakan konsumen. Dalam penelitian ini, pemasok hanya mengetahui pesanan dari manufaktur pada periode awal ($T=1$). Sedangkan pada periode selanjutnya hingga periode horison perencanaan pemasok melakukan peramalan. Ringkasan dalam mekanisme kondisi tidak ada koordinasi dapat disajikan pada tabel berikut ini (sebagai contoh untuk komponen D):

Tabel 4.11 Mekanisme perhitungan pemesanan komponen D dalam kondisi non-kordinasi

Komponen D	Periode (T)					
	1	2	3	4	5	6
Gross Requirement	95	105	102	101	108	105
Inventory On Hand	0	0	0	0	0	0
Nett Requirement	95	105	102	101	108	105
Planned Order Receipt	95	105	102	101	108	105
Planned Order Release	95	105	102	101	108	105
PEMASOK						
Komponen D	Periode (T)					
	1	2	3	4	5	6
Gross Requirement	95					
Forecast Supplier		110	95	83	102	110
Inventory On Hand	0	0	0	0	0	0
Nett Requirement	95	110	95	83	102	110

Dalam proses simulasi, akan dihitung juga besar indeks *schedule instability* yang terjadi pada entitas manufaktur dan pemasok sesuai dengan persamaan (4) yang telah tercantum pada bagian sebelumnya. Nilai *service level* dan total biaya juga dihitung dalam simulasi ini yang disesuaikan pada tingkat *commonality* yang berbeda.

4.2 Tahapan Proses Simulasi

Proses simulasi dalam hal ini berkaitan dengan perhitungan numerik yang dilakukan untuk mendapatkan hasil dari penelitian ini. Dalam prosesnya, perhitungan dari simulasi ini dibantu dengan menggunakan *software* Ms. Excell. Tiap-tiap parameter yang ada saling dikombinasikan satu per satu un tuk mendapatkan nilai dari output yang menjadi tujuan penelitian ini yakni *schedule instability*, *service level*, dan *total cost* baik dari entitas manufaktur maupun pemasok pada dua kondisi yang berbeda yakni adanya kordinasi dan tidak ada kordinasi. Pada proses simulasi ini akan dilakukan selama 40 periode dengan 15 kali replikasi dan nilai-nilai dari ukuran kinerja yang telah ditetapkan di atas merupakan rata-rata dari 15 replikasi tersebut. Dari hasil proses simulasi akan

dibandingkan antara ukuran kinerja yang telah ditentukan dari entitas manufaktur dengan entitas pemasok.

4.2.1 Hasil Simulasi

Seperti yang telah dipaparkan sebelumnya, hasil dari simulasi ini terdapat tiga hasil kinerja yang akan diamati yakni *schedule instability*, *service level*, dan *total cost* dari entitas manufaktur dan pemasok. Selain itu, hasil dari penelitian ini juga merupakan perbandingan antara ketiga ukuran kinerja yang telah ditetapkan antara manufaktur dan pemasok pada dua kondisi yang berbeda yakni adanya kordinasi dan tidak ada kordinasi. Berikut ini akan ditampilkan hasil dari masing-masing kinerja pada simulasi ini.

a. *Schedule Instability*

Hasil dari simulasi untuk ukuran kinerja *schedule instability* dengan berdasarkan parameter menggunakan *index commonality* yang berbeda seperti yang telah dijelaskan sebelumnya akan ditampilkan berikut ini. nilai dari ukuran kinerja ini adalah nilai yang semakin besar menunjukkan tingkat *instability* yang semakin tinggi

Tabel 4.12 Nilai *schedule instability* untuk pemanufaktur pada TCCI = 0 dalam kondisi kordinasi

Time Between Order	TCCI = 0			
	CV = 0.1		CV = 0.4	
Tm	STD = 0.1	STD = 0.4	STD = 0.1	STD = 0.4
1	0,10894	0,22703	0,10723	0,22479
3	0,08635	0,17302	0,11018	0,19973
5	0,07154	0,14117	0,10340	0,17736

Tabel 4.13 Nilai *schedule instability* untuk pemasok pada TCCI = 0 dalam kondisi kordinasi

Time Between Order	TCCI = 0			
	CV = 0.1		CV = 0.4	
	STD = 0.1	STD = 0.4	STD = 0.1	STD = 0.4
Tm				
1	0,10894	0,22703	0,10723	0,22479
3	0,08635	0,17302	0,11018	0,19973
5	0,07154	0,14117	0,10340	0,17736

Tabel 4.14 Nilai *schedule instability* untuk pemanufaktur pada TCCI = 0 dalam kondisi non-kordinasi

Time Between Order		TCCI = 0							
		CV = 0.1				CV = 0.4			
		STDM = 0.1		STDM = 0.4		STDM = 0.1		STDM = 0.4	
Tm	Ts	STDP = 0.1	STDP = 0.4						
1	2	0,07459	0,07197	0,20187	0,19306	0,09648	0,09776	0,21741	0,22153
3	2	0,04264	0,04095	0,11979	0,12832	0,06222	0,06388	0,13581	0,11642
5	2	0,03891	0,04160	0,11551	0,11598	0,05748	0,05745	0,11601	0,12296
1	5	0,07316	0,07569	0,20107	0,20696	0,09584	0,09646	0,21595	0,23301
3	5	0,04128	0,04224	0,13072	0,11839	0,06714	0,06170	0,13633	0,13668
5	5	0,03885	0,03898	0,11598	0,11347	0,06090	0,05699	0,12898	0,12621

Keterangan : STDM =Peramalan Manufaktur, STDP = Peramalan Pemasok

Tabel 4.15 Nilai *schedule instability* untuk pemasok pada TCCI = 0 dalam kondisi non-kordinasi

Time Between Order		TCCI = 0							
		CV = 0.1				CV = 0.4			
		STDM = 0.1		STDM = 0.4		STDM = 0.1		STDM = 0.4	
Tm	Ts	STDP = 0.1	STDP = 0.4						
1	2	0,10894	0,22703	0,10723	0,22479	0,13374	0,25395	0,13297	0,24722
3	2	0,08635	0,17302	0,11018	0,19973	0,10167	0,18922	0,12030	0,19697
5	2	0,07154	0,14117	0,10340	0,17736	0,08271	0,15147	0,10764	0,17985
1	5	0,10798	0,22504	0,10816	0,22808	0,13078	0,24926	0,13476	0,24989
3	5	0,08631	0,17244	0,11195	0,20187	0,10725	0,18896	0,12198	0,20893
5	5	0,07182	0,14295	0,10537	0,17495	0,08407	0,15220	0,11206	0,18225

Keterangan : STDM =Peramalan Manufaktur, STDP = Peramalan Pemasok

Tabel 4.16 Nilai *schedule instability* untuk pemanufaktur pada TCCI = 0.3 dalam kondisi kordinasi

Time Between Order	TCCI = 0.3			
	CV = 0.1		CV = 0.4	
Tm	STD = 0.1	STD = 0.4	STD = 0.1	STD = 0.4
1	0,07391	0,20041	0,096855	0,21630
3	0,04300	0,12664	0,063010	0,13697
5	0,03946	0,11591	0,057593	0,13179

Tabel 4.17 Nilai *schedule instability* untuk pemasok pada TCCI = 0.3 dalam kondisi kordinasi

Time Between Order	TCCI = 0.3			
	CV = 0.1		CV = 0.4	
Tm	STD = 0.1	STD = 0.4	STD = 0.1	STD = 0.4
1	0,07391	0,20041	0,096855	0,21630
3	0,04300	0,12664	0,063010	0,13697
5	0,03946	0,11591	0,057593	0,13179

Tabel 4.18 Nilai *schedule instability* untuk pemanufaktur pada TCCI = 0.3 dalam kondisi non-kordinasi

Time Between Order		TCCI = 0.3							
		CV = 0.1				CV = 0.4			
Tm	Ts	STDMP = 0.1		STDMP = 0.4		STDMP = 0.1		STDMP = 0.4	
		STDMP = 0.1	STDMP = 0.4						
1	2	0,07320	0,07457	0,19540	0,19469	0,09609	0,09562	0,22991	0,22803
3	2	0,04365	0,04141	0,12376	0,12634	0,06192	0,06211	0,14174	0,13671
5	2	0,03809	0,03959	0,11109	0,11900	0,05805	0,06183	0,12520	0,12556
1	5	0,07703	0,07784	0,19814	0,20795	0,10008	0,10081	0,24129	0,22802
3	5	0,04582	0,04747	0,12728	0,13356	0,06073	0,06145	0,13878	0,14033
5	5	0,04493	0,04572	0,11993	0,11804	0,06103	0,06245	0,12432	0,13042

Keterangan : STDMP =Peramalan Manufaktur, STDMP = Peramalan Pemasok

Tabel 4.19 Nilai *schedule instability* untuk pemasok pada TCCI = 0.3 dalam kondisi non-kordinasi

Time Between Order		TCCI = 0.3							
		CV = 0.1				CV = 0.4			
		STDM = 0.1		STDM = 0.4		STDM = 0.1		STDM = 0.4	
Tm	Ts	STDP = 0.1	STDP = 0.4						
1	2	0,11619	0,22221	0,12639	0,22220	0,14416	0,24792	0,15070	0,25814
3	2	0,09484	0,16907	0,12469	0,20893	0,10947	0,19023	0,13816	0,21231
5	2	0,07871	0,13838	0,11513	0,17779	0,09012	0,15420	0,12262	0,18616
1	5	0,11933	0,22542	0,12630	0,22746	0,14529	0,24663	0,15693	0,25492
3	5	0,09467	0,17278	0,12552	0,20724	0,10809	0,18755	0,13561	0,21485
5	5	0,08024	0,13963	0,11796	0,17504	0,09080	0,14965	0,12218	0,18364

Keterangan : STDM =Peramalan Manufaktur, STDP = Peramalan Pemasok

Tabel 4.20 Nilai *schedule instability* untuk pemanufaktur pada TCCI = 0.7 dalam kondisi kordinasi

Time Between Order	TCCI = 0.7			
	CV = 0.1		CV = 0.4	
	STD = 0.1	STD = 0.4	STD = 0.1	STD = 0.4
1	0,07511	0,20032	0,09639	0,22276
3	0,05083	0,13268	0,07118	0,14460
5	0,03904	0,11414	0,05627	0,12361

Tabel 4.21 Nilai *schedule instability* untuk pemasok pada TCCI = 0.7 dalam kondisi kordinasi

Time Between Order	TCCI = 0.7			
	CV = 0.1		CV = 0.4	
	STD = 0.1	STD = 0.4	STD = 0.1	STD = 0.4
1	0,07511	0,20032	0,09639	0,22276
3	0,05083	0,13268	0,07118	0,14460
5	0,03904	0,11414	0,05627	0,12361

Tabel 4.22 Nilai *schedule instability* untuk pemanufaktur pada TCCI = 0.7 dalam kondisi non-kordinasi

Time Between Order		TCCI = 0.7							
		CV = 0.1				CV = 0.4			
		STDM = 0.1		STDM = 0.4		STDM = 0.1		STDM = 0.4	
Tm	Ts	STDP = 0.1	STDP = 0.4						
1	2	0,07261	0,07384	0,19590	0,20376	0,09740	0,09919	0,22095	0,22914
3	2	0,04305	0,04198	0,12507	0,12684	0,06100	0,06203	0,14119	0,13043
5	2	0,04217	0,04082	0,11539	0,11829	0,05942	0,05623	0,12299	0,13097
1	5	0,07378	0,07253	0,20469	0,19848	0,10034	0,09522	0,22187	0,22921
3	5	0,04211	0,04306	0,12500	0,12658	0,05898	0,06263	0,13956	0,14154
5	5	0,03813	0,03942	0,12038	0,11689	0,05905	0,05730	0,12788	0,12285

Keterangan : STDM =Peramalan Manufaktur, STDP = Peramalan Pemasok

Tabel 4.23 Nilai *schedule instability* untuk pemasok pada TCCI = 0.7 dalam kondisi non-kordinasi

Time Between Order		TCCI = 0.7							
		CV = 0.1				CV = 0.4			
		STDM = 0.1		STDM = 0.4		STDM = 0.1		STDM = 0.4	
Tm	Ts	STDP = 0.1	STDP = 0.4						
1	2	0,11377	0,17696	0,14604	0,20368	0,14938	0,21234	0,17399	0,23714
3	2	0,09569	0,14444	0,14279	0,19269	0,11762	0,17048	0,15775	0,19756
5	2	0,08634	0,11361	0,12636	0,16987	0,09184	0,12519	0,13229	0,17563
1	5	0,11623	0,17934	0,14479	0,19709	0,15114	0,21231	0,17266	0,23385
3	5	0,09737	0,15130	0,13953	0,19820	0,11051	0,16691	0,16359	0,21093
5	5	0,08196	0,11657	0,13465	0,16049	0,09463	0,12672	0,17333	0,16506

Keterangan : STDM =Peramalan Manufaktur, STDP = Peramalan Pemasok

b. *Service Level*

Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, perhitungan nilai *service level* mengacu pada penelitian-penelitian terdahulu yakni menggunakan metode *fill-rate*. Dalam metode tersebut mengindikasikan proporsi dari *end-item demand* yang dapat dipenuhi dari stok. Sebagai gambaran berikut ini persamaan sederhana yang digunakan untuk menghitung nilai *service level (fill rate)*:

$$Service\ level = 1 - \left(\frac{Jumlah\ permintaan\ yang\ tidak\ terpenuhi}{Jumlah\ seluruh\ permintaan} \right) \dots \dots \dots (5)$$

Hasil dari perhitungan dari *service level* dapat ditampilkan pada tabel berikut ini:

Tabel 4.24 Nilai *service level* manufaktur pada TCCI = 0 dalam kondisi kordinasi

Time Between Order	TCCI = 0			
	CV = 0.1		CV = 0.4	
Tm	STD = 0.1	STD = 0.4	STD = 0.1	STD = 0.4
1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
3	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
5	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Tabel 4.25 Nilai *service level* pemasok pada TCCI = 0 dalam kondisi kordinasi

Time Between Order	TCCI = 0			
	CV = 0.1		CV = 0.4	
Tm	STD = 0.1	STD = 0.4	STD = 0.1	STD = 0.4
1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
3	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
5	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Tabel 4.26 Nilai *service level* manufaktur pada TCCI = 0 dalam kondisi non-kordinasi

Time Between Order		TCCI = 0							
		CV = 0.1				CV = 0.4			
Tm	Ts	STDM = 0.1		STDM = 0.4		STDM = 0.1		STDM = 0.4	
		STDP = 0.1	STDP = 0.4						
1	2	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9991	0,9991	0,9991	0,9991
3	2	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
5	2	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
1	5	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9991	0,9983	0,9991	0,9991
3	5	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
5	5	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Keterangan : STDM =Peramalan Manufaktur, STDP = Peramalan Pemasok

Tabel 4.27 Nilai *service level* pemasok pada TCCI = 0 dalam kondisi non-kordinasi

Time Between Order		TCCI = 0							
		CV = 0.1				CV = 0.4			
		STDM = 0.1		STDM = 0.4		STDM = 0.1		STDM = 0.4	
Tm	Ts	STDP = 0.1	STDP = 0.4						
1	2	0,4953	0,4437	0,4964	0,4913	0,4958	0,4934	0,4963	0,4908
3	2	0,8333	0,8329	0,8333	0,8330	0,8333	0,8329	0,8333	0,8330
5	2	0,8337	0,8331	0,8335	0,8330	0,8335	0,8333	0,8335	0,8331
1	5	0,2437	0,2463	0,2483	0,2455	0,2501	0,2462	0,2450	0,2490
3	5	0,8333	0,8331	0,8332	0,8332	0,8333	0,8331	0,8333	0,8332
5	5	0,9163	0,9136	0,9094	0,9081	0,9145	0,9151	0,9074	0,9100

Keterangan : STDM =Peramalan Manufaktur, STDP = Peramalan Pemasok

Tabel 4.28 Nilai *service level* manufaktur pada TCCI = 0.3 dalam kondisi kordinasi

Time Between Order	TCCI = 0.3			
	CV = 0.1		CV = 0.4	
	STD = 0.1	STD = 0.4	STD = 0.1	STD = 0.4
1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
3	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
5	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Tabel 4.29 Nilai *service level* pemasok pada TCCI = 0.3 dalam kondisi kordinasi

Time Between Order	TCCI = 0.3			
	CV = 0.1		CV = 0.4	
	STD = 0.1	STD = 0.4	STD = 0.1	STD = 0.4
1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
3	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
5	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Tabel 4.30 Nilai *service level* manufaktur pada TCCI = 0.3 dalam kondisi non-kordinasi

Time Between Order		TCCI = 0.3							
		CV = 0.1				CV = 0.4			
		STDM = 0.1		STDM = 0.4		STDM = 0.1		STDM = 0.4	
Tm	Ts	STDP = 0.1	STDP = 0.4						
1	2	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9983	0,9983	1,0000	0,9991
3	2	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
5	2	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
1	5	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9991	1,0000	1,0000	0,9991
3	5	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
5	5	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Keterangan : STDM =Peramalan Manufaktur, STDP = Peramalan Pemasok

Tabel 4.31 Nilai *service level* pemasok pada TCCI = 0.3 dalam kondisi non-kordinasi

Time Between Order		TCCI = 0.3							
		CV = 0.1				CV = 0.4			
		STDM = 0.1		STDM = 0.4		STDM = 0.1		STDM = 0.4	
Tm	Ts	STDP = 0.1	STDP = 0.4						
1	2	0,4733	0,4698	0,4691	0,4647	0,4700	0,4661	0,4691	0,4639
3	2	0,8333	0,8330	0,8333	0,8329	0,8333	0,8332	0,8333	0,8331
5	2	0,8333	0,8332	0,8333	0,8330	0,8333	0,8329	0,8333	0,8331
1	5	0,2353	0,2370	0,2338	0,2375	0,2321	0,2351	0,2378	0,2348
3	5	0,8333	0,8332	0,8333	0,8332	0,8333	0,8332	0,8333	0,8332
5	5	0,8900	0,8919	0,8898	0,8877	0,8876	0,8890	0,8837	0,8880

Keterangan : STDM =Peramalan Manufaktur, STDP = Peramalan Pemasok

Tabel 4.32 Nilai *service level* manufaktur pada TCCI = 0.7 dalam kondisi kordinasi

Time Between Order		TCCI = 0.7			
		CV = 0.1		CV = 0.4	
		STD = 0.1	STD = 0.4	STD = 0.1	STD = 0.4
Tm					
1		1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
3		1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
5		1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Tabel 4.33 Nilai *service level* pemasok pada TCCI = 0.7 dalam kondisi kordinasi

Time Between Order	TCCI = 0.7			
	CV = 0.1		CV = 0.4	
	STD = 0.1	STD = 0.4	STD = 0.1	STD = 0.4
Tm				
1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
3	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
5	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Tabel 4.34 Nilai *service level* manufaktur pada TCCI = 0.7 dalam kondisi non-kordinasi

Time Between Order		TCCI = 0.7							
		CV = 0.1				CV = 0.4			
		STDM = 0.1		STDM = 0.4		STDM = 0.1		STDM = 0.4	
Tm	Ts	STDP = 0.1	STDP = 0.4						
1	2	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9983	0,9991	0,9991
3	2	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
5	2	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
1	5	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,9991	0,9991	0,9991
3	5	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
5	5	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Keterangan : STDM =Peramalan Manufaktur, STDP = Peramalan Pemasok

Tabel 4.35 Nilai *service level* pemasok pada TCCI = 0.7 dalam kondisi non-kordinasi

Time Between Order		TCCI = 0.7							
		CV = 0.1				CV = 0.4			
		STDM = 0.1		STDM = 0.4		STDM = 0.1		STDM = 0.4	
Tm	Ts	STDP = 0.1	STDP = 0.4						
1	2	0,4361	0,4304	0,4315	0,4320	0,4329	0,4350	0,4365	0,4287
3	2	0,8333	0,8331	0,8333	0,8332	0,8333	0,8331	0,8333	0,8332
5	2	0,8333	0,8331	0,8333	0,8332	0,8333	0,8332	0,8333	0,8332
1	5	0,2102	0,2062	0,2125	0,2115	0,2116	0,2093	0,2126	0,2093
3	5	0,8333	0,8332	0,8333	0,8332	0,8333	0,8333	0,8333	0,8333
5	5	0,8367	0,8365	0,8436	0,8429	0,8357	0,8375	0,8331	0,8451

Keterangan : STDM =Peramalan Manufaktur, STDP = Peramalan Pemasok

c. Total biaya

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya untuk kinerja total biaya, elemen biaya yang diperhitungkan di dalam kinerja tersebut adalah elemen biaya yang umum digunakan dan telah dijadikan pertimbangan dan studi-studi sebelumnya (Zhao dan Lee, 1993, Sridharan dan Kadipasaoglu, 1995) yakni terdiri dari *holding cost*, *setup/order cost*. Nilai total biaya untuk pemanufaktur dan pemasok akan ditampilkan pada tabel berikut ini:

Tabel 4.36 Nilai total biaya manufaktur pada TCCI = 0 dalam kondisi kordinasi

Time Between Order		TCCI = 0			
		CV = 0.1		CV = 0.4	
		STD = 0.1	STD = 0.4	STD = 0.1	STD = 0.4
Tm					
1		63000	63064	63046	63163
3		21000	21000	21000	20975
5		22000	22006	22000	22001

Tabel 4.37 Nilai total biaya pemasok pada TCCI = 0 dalam kondisi kordinasi

Time Between Order		TCCI = 0			
		CV = 0.1		CV = 0.4	
		STD = 0.1	STD = 0.4	STD = 0.1	STD = 0.4
Tm					
1		27000	26973	26996	26969
3		9000	9000	9000	8988
5		9000	8997	9000	8993

Tabel 4.38 Nilai total biaya manufaktur pada TCCI = 0 dalam kondisi non-kordinasi

Time Between Order		TCCI = 0							
		CV = 0.1				CV = 0.4			
		STDM = 0.1		STDM = 0.4		STDM = 0.1		STDM = 0.4	
Tm	Ts	STDP = 0.1	STDP = 0.4						
1	2	63000	63000	63146	63204	63007	62999	63404	63249
3	2	21000	21000	21000	21000	21000	21000	21000	21000
5	2	21000	21000	21000	21000	21000	21000	21000	21000
1	5	63000	63000	63263	63431	63069	63068	63522	63233
3	5	21000	21000	21000	21000	21000	21000	21000	21000
5	5	21000	21000	21000	21000	21000	21000	21000	21000

Keterangan : STDM =Peramalan Manufaktur, STDP = Peramalan Pemasok

Tabel 4.39 Nilai total biaya pemasok pada TCCI = 0 dalam kondisi non-kordinasi

Time Between Order		TCCI = 0							
		CV = 0.1				CV = 0.4			
		STDM = 0.1		STDM = 0.4		STDM = 0.1		STDM = 0.4	
Tm	Ts	STDP = 0.1	STDP = 0.4						
1	2	32290	32200	32300	32180	32237	32314	32309	32172
3	2	32307	32247	32273	32308	32284	32200	32258	32147
5	2	32290	32255	32318	32198	32258	32192	32301	32254
1	5	71696	71509	71464	71652	71586	71557	71535	71820
3	5	71570	71521	71378	71475	71550	71794	71634	71561
5	5	71584	71655	71562	71553	71579	71555	71535	71456

Keterangan : STDM =Peramalan Manufaktur, STDP = Peramalan Pemasok

Tabel 4.40 Nilai total biaya manufaktur pada TCCI = 0.3 dalam kondisi kordinasi

Time Between Order		TCCI = 0.3			
		CV = 0.1		CV = 0.4	
		STD = 0.1	STD = 0.4	STD = 0.1	STD = 0.4
1		51000	51061	51048	51355
3		17000	17000	17000	16975
5		18000	18000	18000	18017

Tabel 4.41 Nilai total biaya pemasok pada TCCI = 0.3 dalam kondisi kordinasi

Time Between Order	TCCI = 0.3			
	CV = 0.1		CV = 0.4	
	STD = 0.1	STD = 0.4	STD = 0.1	STD = 0.4
Tm				
1	21000	20980	20997	20970
3	7000	7000	7000	7000
5	7000	7000	7000	6994

Tabel 4.42 Nilai total biaya manufaktur pada TCCI = 0.3 dalam kondisi non-kordinasi

Time Between Order		TCCI = 0.3							
		CV = 0.1				CV = 0.4			
		STDM = 0.1		STDM = 0.4		STDM = 0.1		STDM = 0.4	
Tm	Ts	STDP = 0.1	STDP = 0.4						
1	2	51000	51000	51232	51231	51079	51071	51512	51546
3	2	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000
5	2	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000
1	5	51000	51000	51271	51431	51070	51000	51716	51539
3	5	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000
5	5	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000	17000

Keterangan : STDM =Peramalan Manufaktur, STDP = Peramalan Pemasok

Tabel 4.43 Nilai total biaya pemasok pada TCCI = 0.3 dalam kondisi non-kordinasi

Time Between Order		TCCI = 0.3							
		CV = 0.1				CV = 0.4			
		STDM = 0.1		STDM = 0.4		STDM = 0.1		STDM = 0.4	
Tm	Ts	STDP = 0.1	STDP = 0.4						
1	2	25388	25334	25393	25287	25372	25310	25356	25338
3	2	25451	25347	25410	25338	25387	25394	25482	25344
5	2	26490	26378	26417	26429	26444	26417	26464	26373
1	5	57941	57874	58092	58246	57720	58235	57948	58121
3	5	57559	57678	57644	57789	57629	57395	57630	57708
5	5	60627	60781	60399	60831	60678	60804	60826	60828

Keterangan : STDM =Peramalan Manufaktur, STDP = Peramalan Pemasok

Tabel 4.44 Nilai total biaya manufaktur pada TCCI = 0.7 dalam kondisi kordinasi

Time Between Order	TCCI = 0.7			
	CV = 0.1		CV = 0.4	
Tm	STD = 0.1	STD = 0.4	STD = 0.1	STD = 0.4
1	33000	33071	33000	33206
3	11000	11000	11000	11000
5	10000	10003	10000	10023

Tabel 4.45 Nilai total biaya pemasok pada TCCI = 0.7 dalam kondisi kordinasi

Time Between Order	TCCI = 0.7			
	CV = 0.1		CV = 0.4	
Tm	STD = 0.1	STD = 0.4	STD = 0.1	STD = 0.4
1	12000	11995	12000	11987
3	4000	4000	4000	4000
5	4000	3999	4000	3998

Tabel 4.46 Nilai total biaya manufaktur pada TCCI = 0.7 dalam kondisi non-kordinasi

Time Between Order		TCCI = 0.7							
		CV = 0.1				CV = 0.4			
Tm	Ts	STDM = 0.1		STDM = 0.4		STDM = 0.1		STDM = 0.4	
		STDP = 0.1	STDP = 0.4						
1	2	33000	33000	33255	33697	33000	33086	33357	33626
3	2	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000
5	2	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000
1	5	33000	33000	33152	33447	33000	33004	33687	33266
3	5	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000
5	5	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000

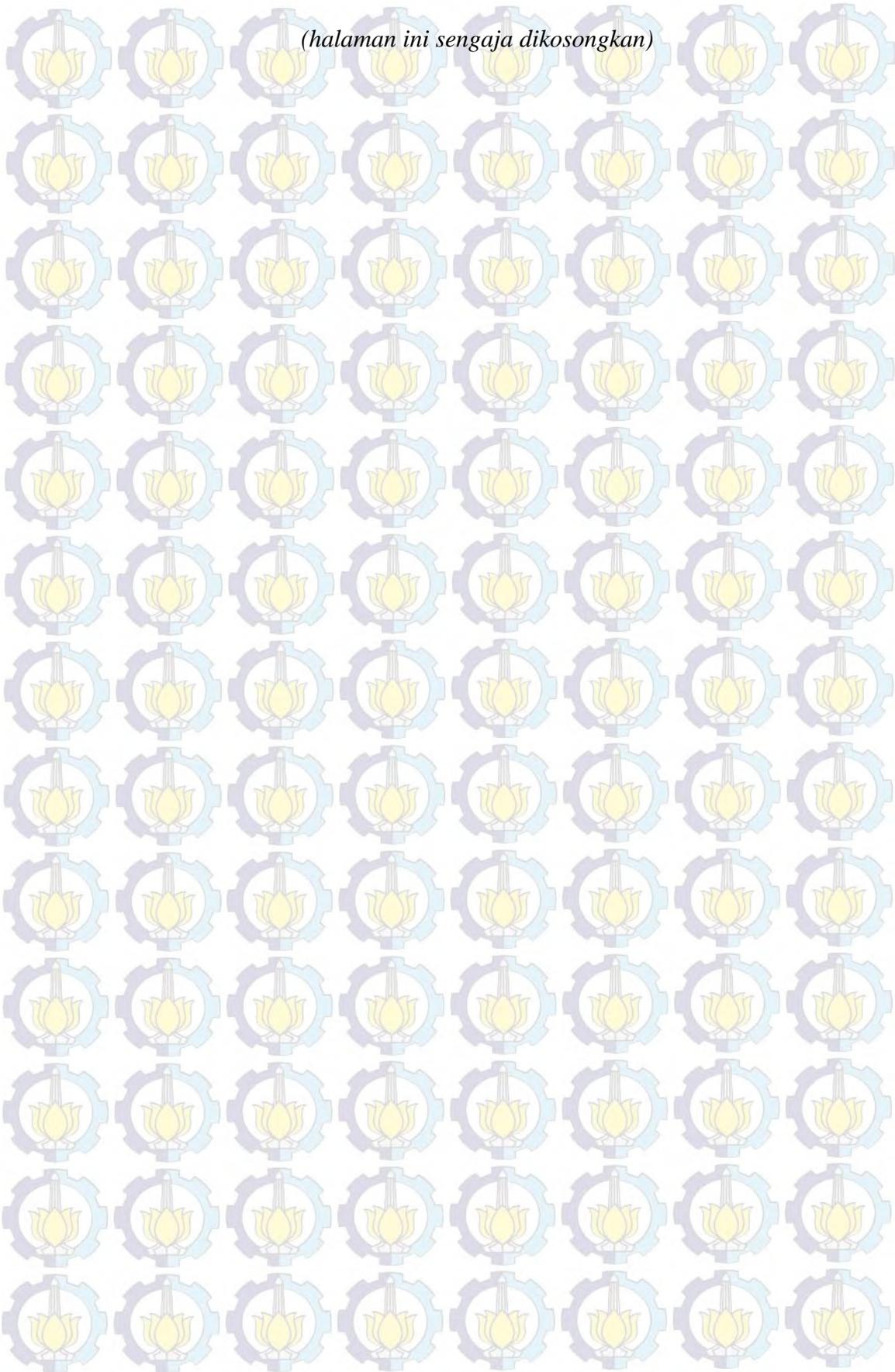
Keterangan : STDM =Peramalan Manufaktur, STDP = Peramalan Pemasok

Tabel 4.47 Nilai total biaya pemasok pada TCCI = 0.7 dalam kondisi non-kordinasi

Time Between Order		TCCI = 0.7							
		CV = 0.1				CV = 0.4			
		STDM = 0.1		STDM = 0.4		STDM = 0.1		STDM = 0.4	
Tm	Ts	STDP = 0.1	STDP = 0.4						
1	2	17464	17416	17462	17482	17511	17376	17529	17426
3	2	16580	16480	16567	16474	16568	16505	16559	16577
5	2	19044	18963	19044	18963	18977	18945	18998	19029
1	5	46152	46126	46202	46316	45944	46011	46223	45959
3	5	41879	42052	42001	41894	41869	42123	41770	41630
5	5	49845	49809	50086	50185	49755	49810	19002	49857

Keterangan : STDM =Peramalan Manufaktur, STDP = Peramalan Pemasok

(halaman ini sengaja dikosongkan)

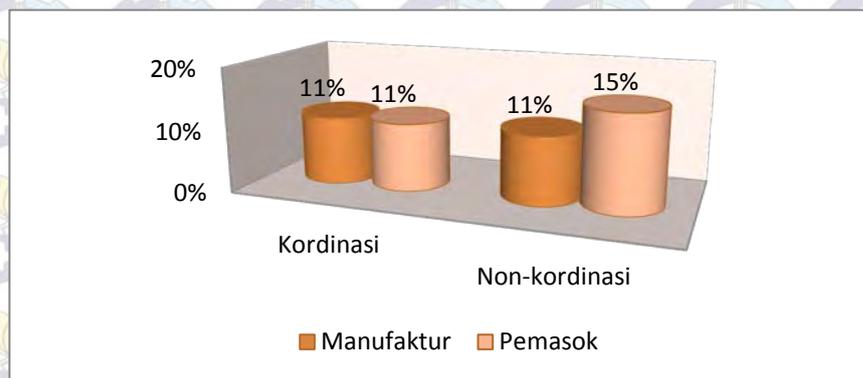


BAB 5 ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL

Pada bagian ini akan dipaparkan analisis dan interpretasi hasil dari eksperimen yang telah dilakukan sebelumnya. Analisis yang dilakukan meliputi tiga ukuran kinerja pada penelitian ini yakni *schedule instability*, *service level*, *total cost* pada kondisi tingkat *component commonality* yang berbeda dan juga pada sistem integrasi supply chain (*two-stage*). Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, sistem integrasi yang diterapkan berkaitan dengan adanya kordinasi antara manufaktur dan pemasok berkaitan dengan informasi pemesanan komponen. Diharapkan dengan analisis yang diberikan dapat menjawab rumusan masalah yang dikemukakan dalam penelitian ini.

5.1 *Schedule Instability*

Berdasarkan hasil eksperimen yang telah ditampilkan pada bagian sebelumnya ada beberapa hal menarik berkaitan dengan *schedule instability* yang dapat dianalisis dari hasil eksperimen tersebut. Jika dilihat berdasarkan sudut pandang sistem integrasi yang dilakukan dalam penelitian ini, ternyata sistem integrasi memiliki dampak positif terhadap persentase penurunan besaran *schedule instability* antara manufaktur dan pemasok sebagai bagian dari sistem supply chain. Berikut ini pada gambar 5.1 dapat terlihat bagaimana kondisi *schedule instability* baik pada entitas manufaktur ataupun pemasok pada kondisi sistem supply chain yang kordinasi dan tidak ada kordinasi.



Gambar 5.1 Persentase besaran *schedule instability* bagi manufaktur dan pemasok pada mekanisme sistem supply chain yang berbeda

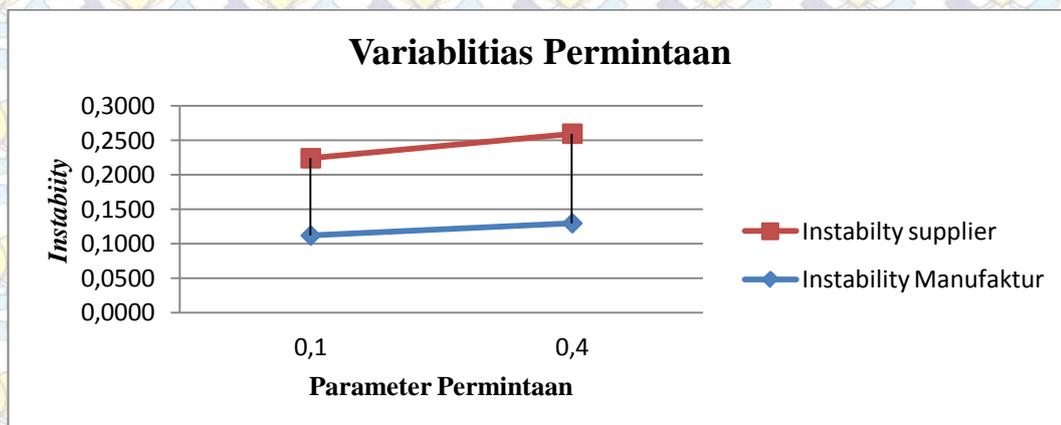
Pada kondisi sistem supply chain dengan adanya kordinasi mampu membuat besaran *schedule instability* antara manufaktur dan pemasok turun atau sama. Dalam gambar tersebut terlihat antara manufaktur dan pemasok besaran *schedule instability* adalah sama yakni 11%. Sedangkan pada kondisi sistem supply chain tanpa adanya kordinasi terdapat peningkatan besaran *schedule instability* pada entitas pemasok sebesar 4%, dalam simulasi *schedule instability* manufaktur sebesar 11% dan untuk pemasok 15%. Hal ini mengindikasikan bahwa dengan adanya kordinasi dalam sistem supply chain antara manufaktur berdampak positif melalui *sharing risk* besaran *schedule instability*. Sedangkan pada posisi sistem supply chain tanpa kordinasi terjadi pelimpahan resiko besaran *schedule instability* pada sisi pemasok, sehingga besaran *schedule instability* pada sisi pemasok lebih besar. Pelimpahan resiko yang terjadi pada sisi pemasok pada sistem supply chain yang tidak ada kordinasi tentu diakibatkan karena perencanaan produksi yang masih berbasis peramalan semata sehingga pada sisi pemasok terjadi ketidakefisiensi yang berakibat pada besarnya tingkat *schedule instability*.

Untuk faktor eksperimental yang digunakan dalam penelitian ini, berdasarkan hasil analisis korelasi (dimana nilai korelasi dengan range -1 hingga 1), dimana semakin positif nilai dari eksperimental maka dikatakan berdampak positif dengan berbanding lurus.

Tabel 5.1 Output hasil korelasi kinerja *schedule instability*

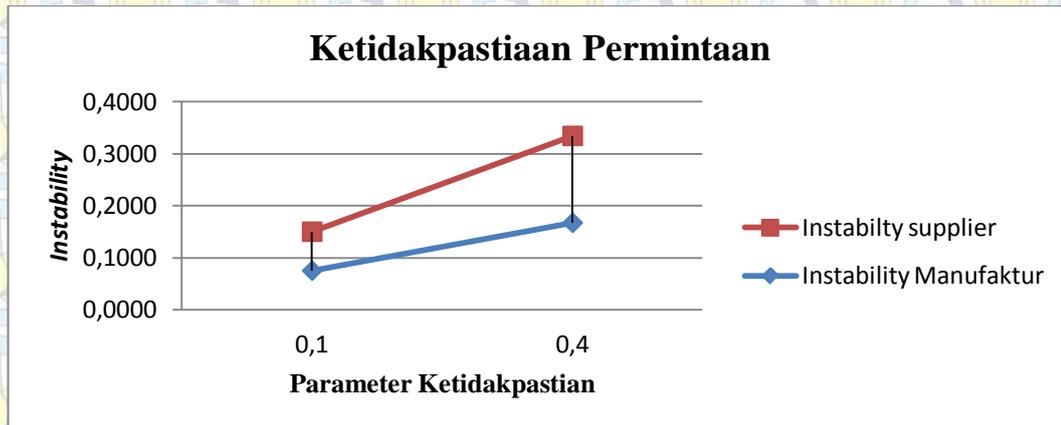
Hasil Output	Ukuran Kinerja	
	<i>Schedule Instability</i> manufaktur	<i>Schedule instability</i> pemasok
Variabilitas permintaan konsumen	0.15678	0.15678
Ketidakpastian permintaan manufaktur	0.81159	0.81159
<i>Component commonality</i>	-0.22818	-0.22818
TBO (<i>Time between order</i>)	-0.40470	-0.40670

Sedangkan untuk nilai yang semakin negatif, hal ini mengindikasikan bahwa faktor eksperimental berdampak positif namun berbanding terbalik dari kinerja yakni dalam hal ini kinerja *schedule instability*. Pada Tabel 5.1 terlihat bahwa faktor eksperimental variabilitas permintaan konsumen tidak cukup signifikan (lemah) pengaruhnya pada *schedule instability*. Itu juga terlihat dari tren yang ada pada gambar 5.2 yang terlihat bagaimana kenaikan *instability* akibat adanya variabilitas permintaan konsumen. Hal ini wajar, karena memang posisi dalam penelitian ini permintaan konsumen hanya diketahui pada periode awal saja. Sedangkan, prioritas input yang menjadi masalah dalam penelitian ini adalah berkaitan dengan peramalan ketidakpastian permintaan yang dilakukan manufaktur.



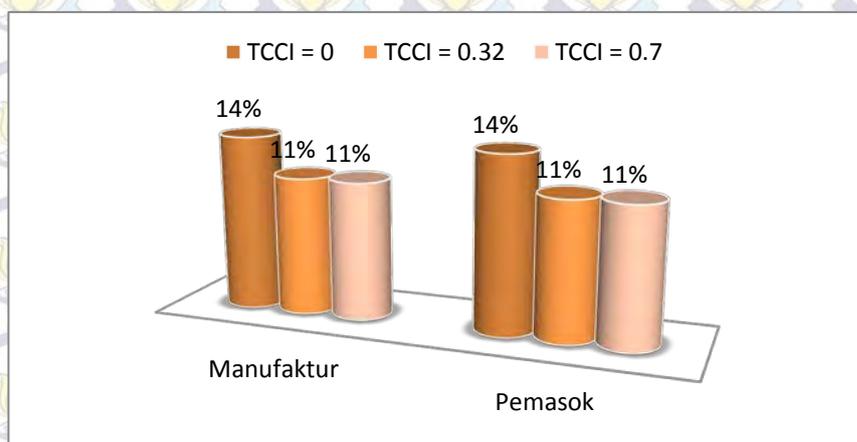
Gambar 5.2 Tren pengaruh variabilitas permintaan konsumen terhadap *schedule instability*

Pada gambar 5.3 juga terlihat perubahan yang signifikan terjadi pada *schedule instability* akibat adanya perubahan ketidakpastian permintaan. Pada sisi analisis korelasi juga terlihat bahwa faktor eksperimental ketidakpastian permintaan cukup signifikan terhadap perubahan *instability* baik entitas manufaktur atau pemasok.



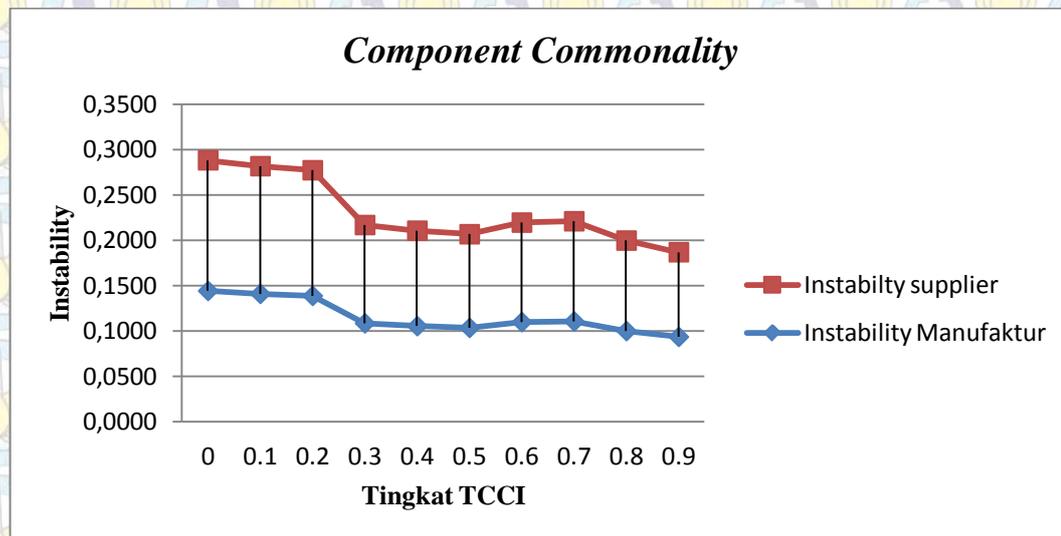
Gambar 5.3 Tren pengaruh ketidakpastian permintaan manufaktur terhadap *schedule instability*

Dari sisi kebijakan penggunaan *component commonality* pada tingkat TCCI yang berbeda pada sistem supply chain dengan adanya koordinasi berdampak positif pada penurunan ataupun peningkatan besaran *schedule instability*. Pada gambar 5.4 akan dapat terlihat adanya perubahan yang signifikan dalam besaran nilai *schedule instability* yang relatif menurun.



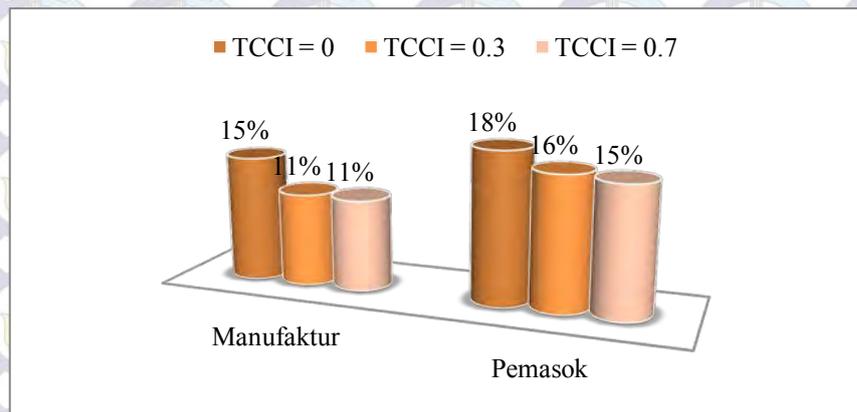
Gambar 5.4 Persentase besaran *schedule instability* untuk manufaktur dan pemasok pada tingkat *commonality* yang berbeda dalam sistem supply chain

Secara tren juga terlihat pada gambar 5.5 bagaimana penurunan *instability* akibat adanya penggunaan *common component* pada perencanaan produksi. Namun, jika dilihat tren dari *instability*, pada satu titik yakni pada tingkat TCCI = 0.7 ke atas trennya relatif sudah stabil dalam angka yang sama. Penggunaan *common component* yang sama tentunya tidak dapat diberlakukan hingga semua komponen sama. Adanya *common component* juga tidak membuat sepenuhnya perencanaan produksi tidak akan ada *instability* karena memang kondisi dalam perencanaan produksi juga dipengaruhi adanya variabilitas permintaan dan juga ketidakpastiaan permintaan yang telah dijelaskan sebelumnya.



Gambar 5.5 Tren pengaruh Nilai TCCI yang berbeda terhadap *schedule instability*

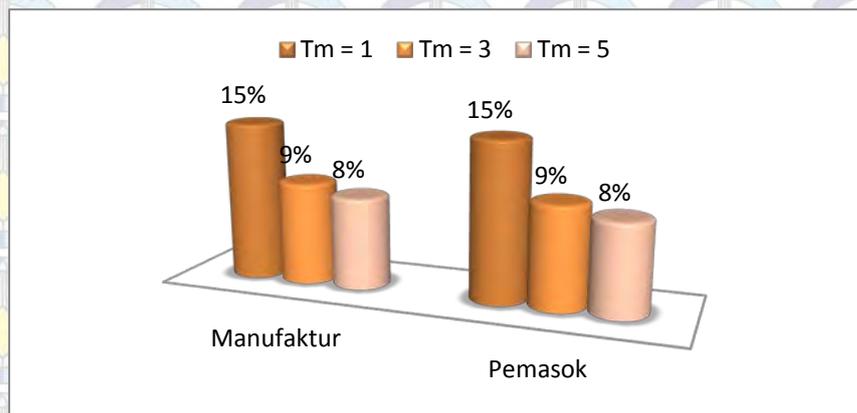
Sama halnya jika dilihat dari sudut pandang dalam sistem supply chain tanpa adanya kordinasi cukup terlihat juga penggunaan *component commonality* berdampak positif dalam mengurangi tingkat *schedule instability*. Pada manufaktur ataupun pemasok dilakukan simulasi pada tingkat *commonality* yang berbeda, yakni TCCI = 0, TCCI = 0.3, dan TCCI = 0.6. terdapat dua level yang nampak memiliki dampak positif dalam mengurangi tingkat ketidakstabilan jadwal produksi yaitu level TCCI = 0.3 dan TCCI = 0.6. Pada gambar 5.6 dibawah ini akan terlihat lebih jelas perubahan yang terjadi dari dua level *commonality* pada entitas manufaktur dan pemasok.



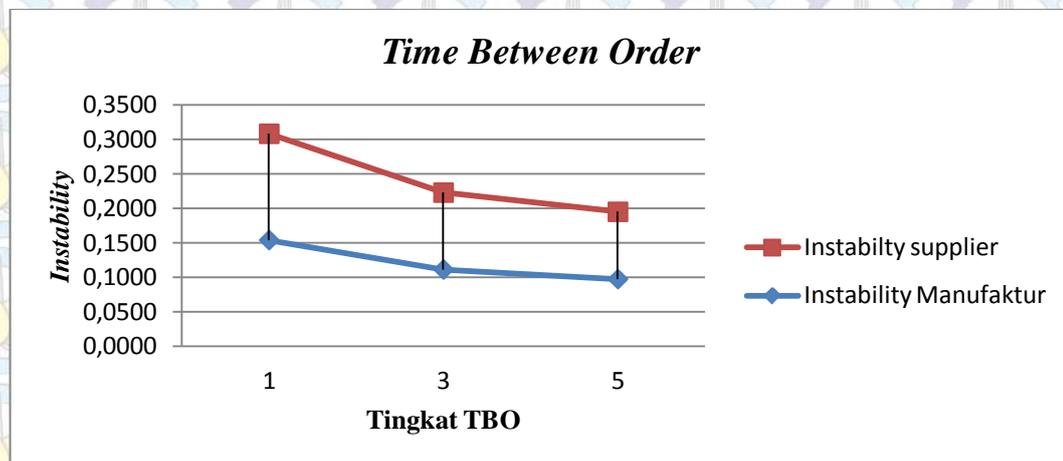
Gambar 5.6 Persentase besaran *schedule instability* untuk manufaktur dan pemasok pada tingkat *commonality* dalam sistem supply chain tidak ada kordinasi

Terjadinya penurunan pada entitas pemasok terlihat lebih jelas dibandingkan dengan penurunan pada entitas manufaktur yang hanya sedikit atau malah terkesan tidak sama (tidak ada penurunan). Hal ini mengindikasikan kebijakan dalam menggunakan komponen yang sama oleh manufaktur mampu membawa dampak positif yakni semakin sedikit jenis komponen yang diperlukan dari pemasok dan dapat membantu pemasok mengurangi dampak tingkat *schedule instability*.

Kondisi operasional lain yang menarik dan memiliki dampak positif dalam mempengaruhi *schedule instability* yakni nilai TBO (*Time Between Order*). Nilai TBO dalam hal ini yang dimiliki manufaktur ternyata juga signifikan memiliki pengaruh terhadap *schedule instability*. Dalam analisis korelasi pada tabel 5.1 yang terlihat nilai dari analisis korelasi yang dihasilkan TBO mencapai -0.405 yang mengindikasikan bahwa semakin besar *cost structure* yang menghasilkan nilai TBO yang besar mampu mengurangi *instability*. Pada posisi sistem terintegrasi dengan adanya kordinasi nilai TBO pada manufaktur (T_m) berdampak positif terhadap penurunan *schedule instability* pada sistem supply chain (*two-stage*). Pada gambar 5.7 di bawah ini akan ditampilkan bagaimana penurunan *schedule instability* dari TBO.



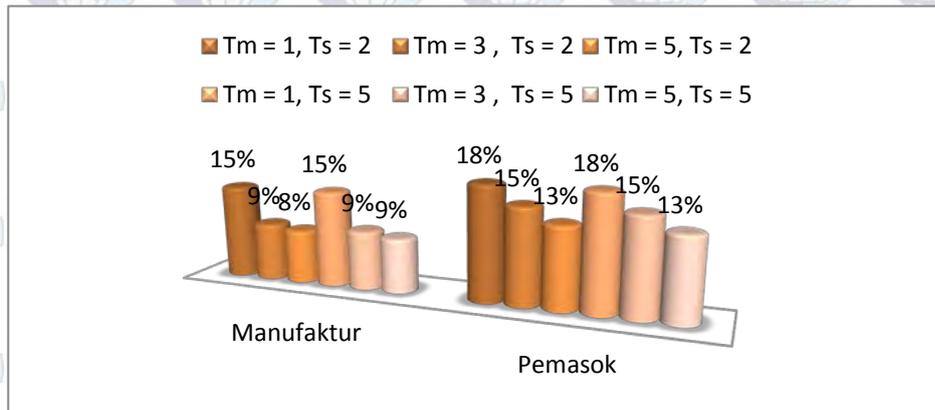
Gambar 5.7 Persentase besaran *schedule instability* untuk manufaktur dan pemasok pada Nilai TBO yang berbeda dalam sistem supply chain integrasi



Gambar 5.8 Tren Pengaruh Nilai TBO manufaktur yang berbeda terhadap *Schedule Instability*

Secara penurunan cukup signifikan yang terlihat pada pada gambar 5.8 bagaimana tren nilai TBO yang mampu mengurangi tingkat *instability* pada masing-masing entitas. Pada posisi kordinasi nilai Tm berpengaruh pada entitas manufaktur dan pemasok. Hal itu karena pemesanan yang dilakukan oleh manufaktur menjadi masukan bagi pemasok. Apabila manufaktur mengalami *instability*, yang tercermin pada pola pemesanannya yang berindikasi bahwa pemasok juga mengalami *instability*. Dalam sistem supply chain kordinasi nilai Ts tidak ada karena pemasok menerima masukan secara langsung dari manufaktur tanpa melakukan peramalan. Kondisi berbeda ketika sistem tidak ada kordinasi nilai Ts

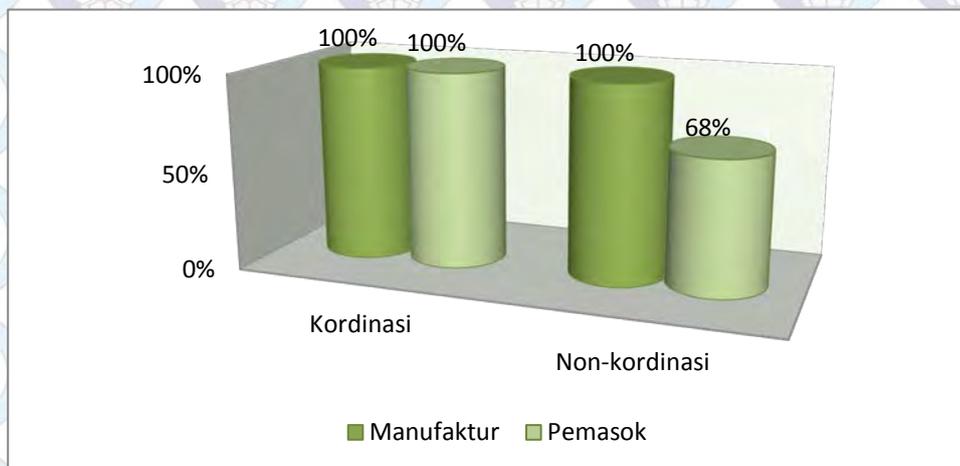
akan masuk dan berpengaruh terhadap *schedule instability*. Namun, nilai T_s hanya akan berpengaruh pada entitas pemasok karena pemasok tidak mengolah masukan apapun dari manufaktur. Berikut ini pada gambar 5.9 ditampilkan gambaran dari besaran *schedule instability* dari sudut pandang nilai TBO.



Gambar 5.9 Persentase besaran *schedule instability* untuk manufaktur dan pemasok pada Nilai TBO yang berbeda dalam sistem supply chain non-kordinasi

5.2 Service Level

Seperti halnya dengan ukuran kinerja *schedule instability*, untuk ukuran kinerja *service level* yang menggunakan perhitungan *fill rate* pada masing-masing entitas baik manufaktur atau pemasok. Hasil dari eksperimen yang dilakukan pada bagian sebelumnya menunjukkan bahwa dengan adanya kordinasi dalam sistem supply chain dapat meningkatkan nilai *service level* secara keseluruhan dalam sistem. Hal itu terlihat pada gambar 5.10 yang menunjukkan bagaimana kondisi nilai *service level* dalam kondisi adanya kordinasi pada sistem menunjukkan hasil positif dalam meningkatkan ataupun menjaga konsistensi dari nilai *service level*.



Gambar 5.10 Persentase besaran nilai *service level* bagi manufaktur dan pemasok pada tingkat *commonality* dan sistem supply chain yang berbeda

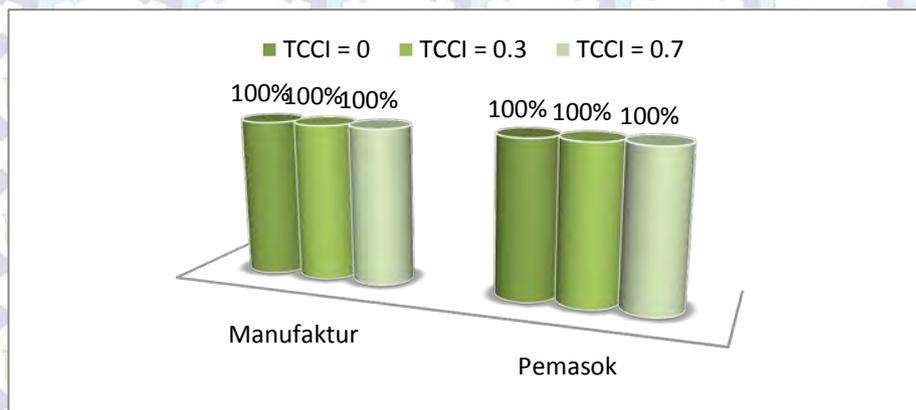
Pada posisi sistem yang tidak ada kordinasi *service level* pada sisi entitas pemasok terjadi penurunan terhadap besaran nilai *service level*. Hal itu mengindikasikan bahwa dalam perencanaan penjadwalan produksi yang terjadi pada entitas pemasok tergantung dari peramalan yang dilakukan terhadap masukan order dari manufaktur. Ketika tidak adanya kordinasi dalam informasi berkaitan dengan order maka pemasok harus dipaksa melakukan peramalan yang bagus. Namun, sebaik apapun peramalan yang dilakukan dari sisi pemasok tentunya tidak dapat mengendalikan kebijakan yang diambil oleh manufaktur berkaitan dengan pemesanan.

Secara umum seperti halnya dengan *instability*, faktor eksperimental yang dimunculkan dalam penelitian ini berpengaruh juga pada kinerja *service level* yang dimiliki masing-masing entitas. Baik dari sisi adanya variabilitas permintaan konsumen ataupun ketidakpastian permintaan yang ditimbulkan manufaktur akibat peramalan yang dilakukan. Hal tersebut terlihat pada hasil analisis korelasi yang terlihat pada tabel 5.2. Bedanya, untuk kinerja *service level* kondisi adanya variabilitas permintaan konsumen dan ketidakpastian permintaan manufaktur lebih berdampak positif secara linier atau semakin besar simpangan dari kedua faktor eksperimental mengakibatkan kinerja *service level* menurun.

Tabel 5.2 Output hasil korelasi kinerja *service level*

Hasil Output	Ukuran Kinerja	
	<i>Service Level</i> manufaktur	<i>Service level</i> pemasok
Variabilitas permintaan konsumen	-0.34128	-0.34128
Ketidakpastian permintaan manufaktur	-0.23627	-0.23627
<i>Component commonality</i>	0.03967	0.03967
TBO (<i>Time between order</i>)	0.41798	0.41798

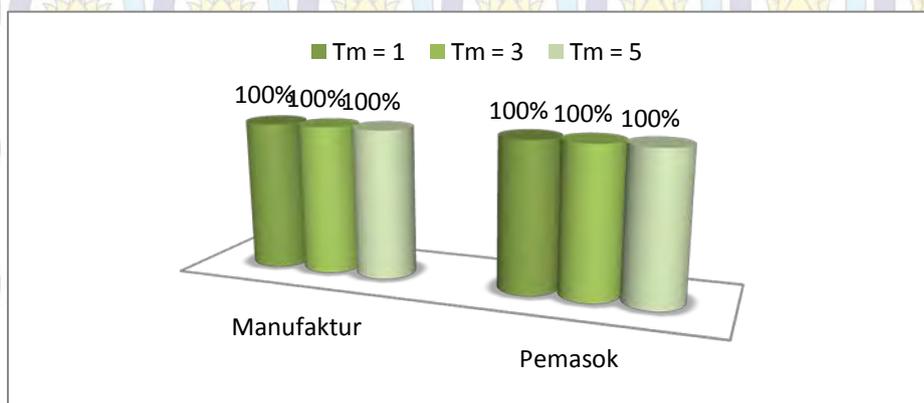
Dari sisi penggunaan *component commonality* pada masing-masing entitas, dalam posisi adanya kordinasi dalam sistem berpengaruh secara signifikan, walaupun cenderung pengaruhnya lemah. Karena dari hasil analisis hanya menghasilkan sekitar 3% saja. Dalam penelitian ini bagi pemanufaktur pada prinsipnya semua masukan permintaan dari pelanggan dapat terpenuhi. Sedangkan dari sisi pemasok akibat adanya kordinasi pemasok mengetahui informasi pemesanan yang dilakukan oleh manufaktur sehingga segala permintaan pemesanan yang dilakukan oleh manufaktur terhadap pemasok juga dapat terpenuhi. Sebagai gambaran dapat terlihat dari gambar di bawah ini:



Gambar 5.11 Persentase besaran *service level* untuk manufaktur dan pemasok pada tingkat *commonality* dalam sistem supply chain integrasi

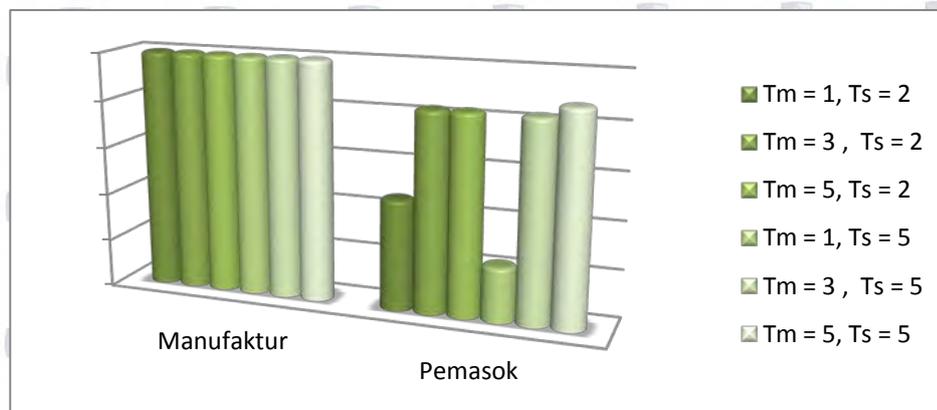
Di sisi lain dalam sudut pandang adanya TBO (*Time Between Order*), sebenarnya cukup berdampak positif dalam meningkatkan besaran *service level*

baik manufaktur ataupun pemasok. Dalam analisa korelasi juga mengindikasikan nilai dari TBO yakni TBO pada manufaktur memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kenaikan *service level*. Namun, memang dalam simulasi pada sistem supply chain yang terkordinasi segala informasi berkaitan dengan pemesanan komponen telah sama-sama diketahui masing-masing entitas. Pada gambar 5.12 akan ditampilkan posisi *service level* dari masing-masing entitas dalam sudut pandang TBO khususnya nilai T_m .



Gambar 5.12 Persentase besaran *service level* untuk manufaktur dan pemasok pada Nilai TBO yang berbeda dalam sistem supply chain integrasi

Jika ingin dibandingkan dengan posisi pada sistem supply chain yang tidak ada kordinasi pengaruh dari nilai TBO (dalam hal ini interaksi antara nilai T_m dan T_s) terlihat berdampak positif. Sebagai gambaran besaran dari nilai *service level* dikaitkan dengan nilai TBO dapat terlihat pada gambar di bawah ini:

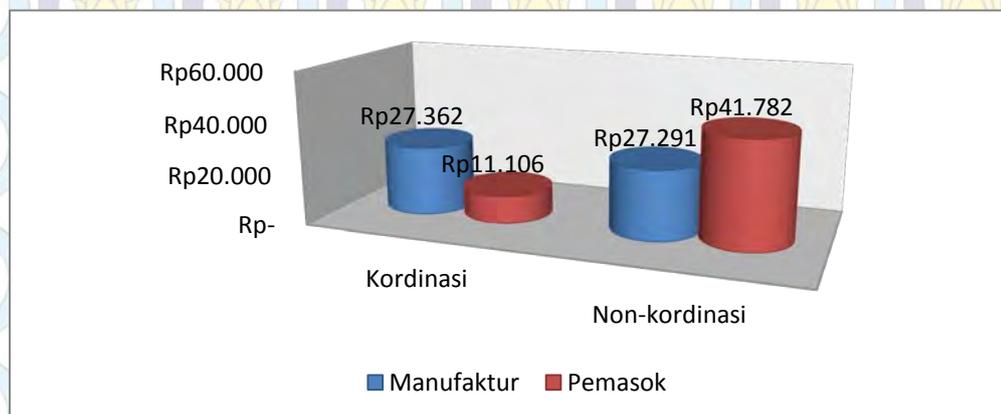


Gambar 5.13 Persentase besaran *service level* untuk manufaktur dan pemasok pada Nilai TBO yang berbeda dalam sistem supply chain non-kordinasi

Pada gambar 5.13 terlihat pada sisi manufaktur nilai dari TBO tidak berindikasi apapun pada perubahan nilai dari *service level*. Seperti yang dijelaskan sebelumnya pada penelitian ini masukan permintaan dari pelanggan dapat terpenuhi dari pihak manufaktur sehingga nilai dari *service level* hampir mendekati 100%. Nilai TBO yang dalam hal ini berkaitan dengan interaksi dari nilai T_m dan T_s lebih terlihat pada sisi pemasok. Dengan adanya interaksi dari nilai T_m dan T_s dapat meningkatkan *service level* dari pemasok secara umum.

5.3 Total Biaya

Bagian ini adalah bagian terakhir berkaitan dengan ukuran kinerja yang dipertimbangkan dalam penelitian ini yakni total biaya. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, elemen biaya yang dipertimbangkan dalam penelitian ini adalah elemen biaya yang umum digunakan dan di beberapa penelitian sebelumnya yakni biaya pemesanan dan juga biaya persediaan. Hal yang menarik terjadi dari hasil eksperimen yang telah dilakukan sebelumnya. Dalam posisi sistem *supply chain integrasi (two-stage)* dengan adanya kordinasi terjadi penurunan total biaya pada entitas pemasok. Posisi dari biaya dari masing-masing entitas dalam posisi kordinasi dapat terlihat pada gambar 5.16 berikut ini:



Gambar 5.14 Besaran nilai total biaya bagi manufaktur dan pemasok pada kondisi kordinasi dan tidak adanya kordinasi pada sistem *supply chain*

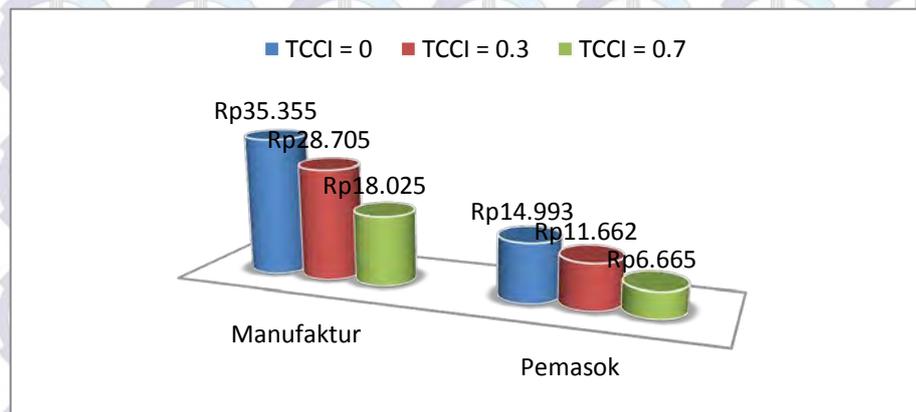
Terlihat pada gambar 5.14 posisi sistem integrasi (*two-stage*) dengan adanya kordinasi dalam sistem *supply chain* dapat mereduksi biaya yang terjadi pada entitas pemasok hingga 42%. Sebaliknya dalam sistem *supply chain* tanpa ada

kordinasi pihak pemasok menanggung biaya lebih besar hingga beda biaya hampir mengalami kenaikan sebesar 20%. Hal ini mengindikasikan dalam sistem supply chain masing-masing entitas berupaya untuk meminimalkan biaya, namun ketika tidak adanya kordinasi maka ketika contohnya manufaktur melakukan kebijakan meminimalisasi biaya efek yang ditimbulkan adalah di level *upstream* atau dalam penelitian ini adalah pemasok akan terkena imbas kenaikan biaya yang tak terduga. Seperti diketahui bahwa penjawalan produksi senantiasa dikendalikan oleh variabilitas dan ketidakpastian permintaan. Oleh karena itu, perlu adanya kordinasi dalam sistem supply chain dalam mereduksi biaya yang ditimbulkan.

Tabel 5.3 Output Hasil Korelasi Kinerja Total Biaya

Hasil Output	Ukuran Kinerja	
	Total Biaya manufaktur	Total Biaya pemasok
Faktor Eksperimental		
Variabilitas permintaan konsumen	0.00097	-0.00019
Ketidakpastian permintaan manufaktur	0.00132	-0.00057
<i>Component commonality</i>	-0.41119	-0.46163
TBO (<i>Time between order</i>)	-0.76328	-0.75510

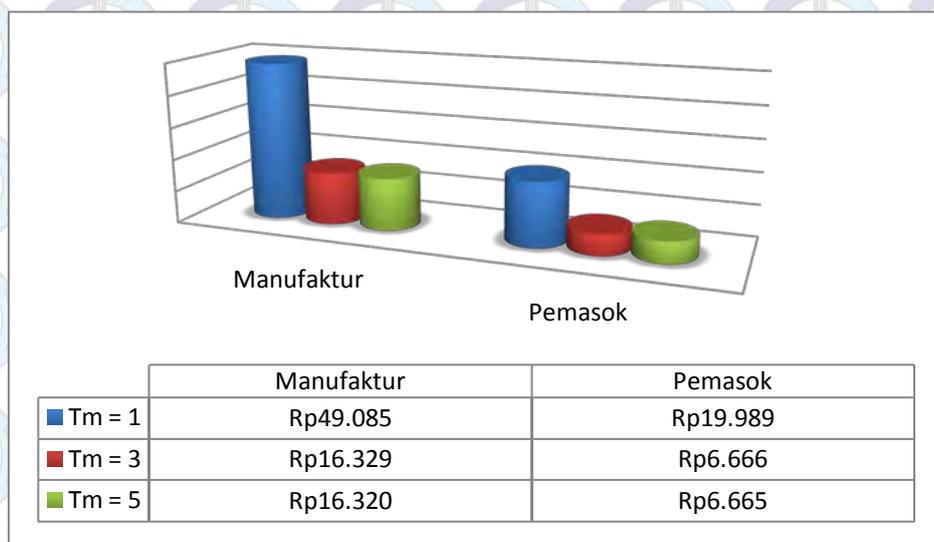
Dari eksperimen dengan menggunakan skenario yang berbeda dalam hal penggunaan *component commonality* terlihat adanya tren yang menurun berkaitan dengan total biaya yang dihasilkan. Hal tersebut didukung dengan hasil analisis korelasi yang dihasilkan pada tabel 5.3 dimana posisi faktor eksperimental yakni *component commonality* yang memiliki pengaruh signifikan dalam mengurangi total biaya pada masing-masing entitas. Secara garis besar diperjelas juga pada gambar 5.15 berkaitan dengan penurunan besaran total biaya pada tingkat *component commonality* yang berbeda. Efisiensi terlihat terjadi pada gambar 5.15 manufaktur mengalami penurunan biaya dari efek penambahan komponen yakni sekitar 10% pada level TCCI = 0.3 dan 22% pada level TCCI = 0.7. dari sisi pemasok juga mengalami hal yang sama yakni terjadi efisiensi sebesar 12% pada level TCCI = 0.3 dan 27% pada level TCCI = 0.7.



Gambar 5.15 Besaran nilai total biaya untuk manufaktur dan pemasok pada berdasarkan tingkat *commonality* dalam sistem supply chain integrasi

Perubahan yang cukup signifikan terjadi akibat adanya pengaruh penambahan komponen yang sama pada struktur produk. Hal ini mengindikasikan bahwa perusahaan mampu mengendalikan elemen biaya operasional produksi dengan mengatur periode pemesanan dan desain produk yang mengakomodir adanya komponen yang sama.

Dari sisi TBO pun mengindikasikan hal yang sama yakni adanya penurunan di level TBO yang berbeda. Hasil analisis korelasi juga mengindikasikan hal tersebut. Dimana posisi nilai TBO memiliki pengaruh positif dalam mengurangi total biaya. Tidak terlalu mengejutkan, karena memang seperti yang telah dibahas sebelumnya bahwa adanya *cost structure* dalam hal ini nilai TBO mampu meminimalisasi dampak *schedule instability* yang mengakibatkan pula penurunan pada total biaya. Berikut ini pada gambar 5.16 coba ditampilkan bagaimana posisi total biaya akan dampak dari adanya nilai TBO.

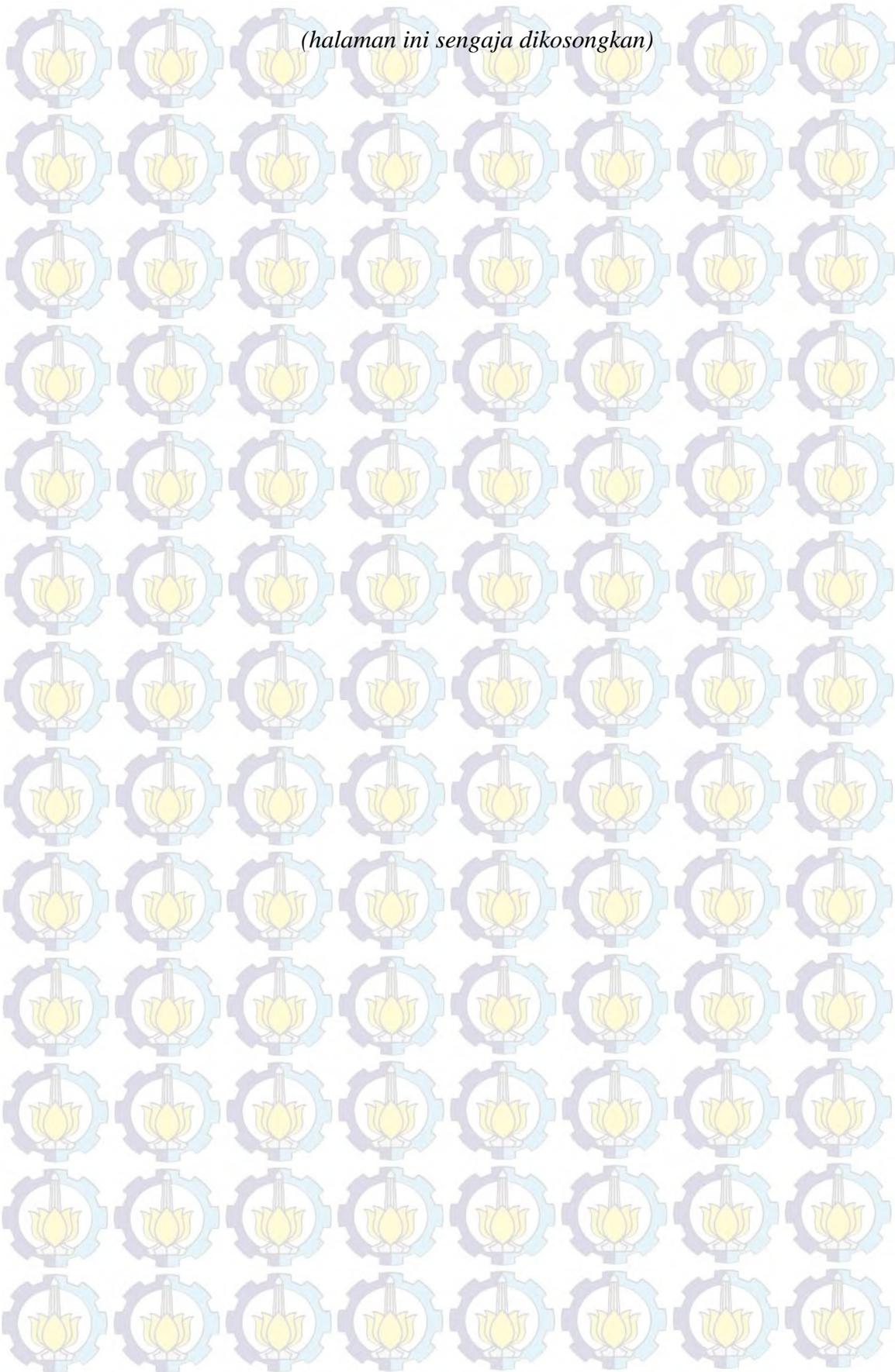


Gambar 5.16 Persentase besaran total biaya untuk manufaktur dan pemasok pada Nilai TBO yang berbeda dalam sistem supply chain integrasi

Secara garis besar dalam penelitian ini faktor yang berpengaruh diantaranya adanya kordinasi dalam sistem. Kemudian tentu tidak luput dari adanya variabilitas permintaan permintaan dan juga ketidakpastiaan permintaan sekaligus adanya nilai TCCI ataupun nilai TBO yang mempengaruhi segala ukuran kinerja dalam penelitian ini yaitu *schedule instability*, *service level*, dan total biaya. Dalam penelitian ini nilai TBO pada manufaktur (Tm) lebih berperan sekali pengaruhnya dalam mempengaruhi hasil dari ukuran kinerja.

Jika dibandingkan dengan posisi sistem yang tidak ada kordinasi beberapa kejadian dalam ukuran kinerja interaksi antara TBO manufaktur (Tm) dan TBO pemasok (Ts) berdampak positif dalam ukuran kinerja dalam penelitian ini. Namun tentunya dari sisi manufaktur nilai Ts tidak terlalu berpengaruh seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Nilai Ts lebih berpengaruh pada entitas pemasok.

(halaman ini sengaja dikosongkan)



BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Penelitian ini mengamati pengaruh tingkat *component commonality* yang berbeda terhadap *schedule instability*, *service level*, dan *total cost* pada sistem integrasi supply chain, yakni integrasi hubungan antara manufaktur-pemasok (*two-stage*). Berdasarkan eksperimen dan hasil pengolahan data serta analisis yang telah dilakukan, terdapat beberapa poin kesimpulan dalam penelitian ini yakni:

- Adanya variabilitas permintaan konsumen dan ketidakpastian dalam peramalan manufaktur berdampak positif dalam mempengaruhi tingkat *schedule instability*.
- *Common component* berdampak positif dalam mengurangi tingkat *instability* pada masing-masing entitas hingga mampu mereduksi *instability* sebesar 5%. Di samping dengan kebijakan *common component*, adanya kondisi operasional dalam hal ini nilai TBO pada masing-masing entitas juga berdampak positif dalam mengurangi *instability* pada masing-masing entitas.
- Berkaitan dengan ukuran kinerja *service level*, dalam mekanisme adanya koordinasi berkaitan dengan berbagi informasi jumlah pemesanan yang mampu mereduksi nilai *schedule instability* berdampak pada peningkatan *service level* pada masing-masing entitas. *Component commonality* yang berdampak positif dalam mengurangi *schedule instability*, juga terlihat mampu meningkatkan *service level* pada masing-masing entitas.
- Kondisi adanya variabilitas permintaan konsumen dan ketidakpastian dari peramalan manufaktur berpengaruh pada kondisi *service level*. Begitu pula nilai TBO yang juga berdampak positif dalam meningkatkan nilai *service level*. Dalam kondisi tidak adanya koordinasi dalam sistem supply chain (*two-stage*), kebijakan *component commonality* dan kondisi adanya nilai

TBO juga berpengaruh dalam mereduksi *instability* pada masing-masing entitas.

➤ Adanya mekanisme koordinasi, kebijakan penggunaan *common component*, serta adanya nilai TBO yang mampu mereduksi *instability* berdampak pula pada total biaya yang terjadi pada masing-masing entitas menjadi turun. Elemen dari total biaya pada masing-masing entitas yang berkurang yakni akumulasi dari biaya pemesanan dan biaya persediaan.

➤ Secara garis besar, sebagai seorang manajer supply chain yang ingin melakukan tindakan berkaitan dengan mengurangi dampak *instability* perlu memperhatikan beberapa elemen yakni: kondisi operasional yang terdiri dari variabilitas dan ketidakpastian permintaan, serta struktur biaya yang dalam hal ini mampu memberikan nilai TBO tertentu. Kemudian, adanya kebijakan berkaitan dengan struktur produk yang mewakili adanya *commonality*. Tidak cukup itu saja, perlu adanya kemauan antara masing-masing entitas dalam sistem supply chain untuk melakukan kebijakan koordinasi dalam sistem integrasi supply chain (*two-stage*), dalam hal ini salah satunya koordinasi berkaitan dengan berbagi informasi kuantitas pemesanan antar masing-masing entitas dalam sistem supply chain. Keterkaitan antara elemen-elemen tersebut mampu memberikan pengaruh terhadap *instability* masing-masing entitas ataupun pada sistem.

6.2 Saran

Penelitian ini belumlah menjadi penelitian yang sempurna, berikut ini beberapa saran yang dapat digunakan untuk kepentingan penelitian selanjutnya:

1. Pemberian tambahan dalam kondisi operasional lain semisal adanya batasan kapasitas, dan penggunaan lot sizing tertentu.
2. Adanya pengembangan sistem rantai pasok yang diamati yakni penambahan entitas baik manufaktur atau pemasok lebih dari satu manufaktur ataupun pemasok akan mampu memperdalam permasalahan *schedule instability* dalam konteks rantai pasok

DAFTAR PUSTAKA

Arshinder, K., Kanda, Arun, S.G. Deshmukh. (2011). A review on supply chain coordination: Coordination mechanism, managing uncertainty, and research directions. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Ahmadi, Bilal. (2013). *Analisis pengaruh tingkat component commonality terhadap schedule instability, service level, dan total cost dalam sistem rantai pasok sederhana*. Thesis: Industrial Engineering Institut Teknologi Sepuluh November.

Baker, K. (1985). Safety Stocks and Component Commonality. *Journal of Operations Management*, 6, 13-22.

Blackburn, J.D., Kropp, D.H., dan Millen, R.A. (1985). MRP System Nervousness: Causes and Cures. *Engineering Costs and Production Economics*, 9, 141-146.

Collier, D.A. (1981). The Measurement and Operating Benefits of Component Part Commonality. *Decision Sciences*. 12, 85-96.

Carlson, R.C., Jucker J.V., Kropp, D.H. (1979). Less Nervous MRP Systems: A Dynamic Economic Lot-Sizing Approach. *Management Science*. 25:8, 754-761.

De Kok, Ton., Inderfurth, Karl. (1997). Nervousness in Inventory Management: Comparison of Basic Control Rules. *European Journal of Operational Research*. 103, 55-82.

Etienne, E.C. (1987). Choosing Optimal Buffering Strategies for Dealing with Uncertainty in MRP. *Journal of Operations Management*, 7, 107-120.

Grubbstrom, Robert W., Tang, Ou. (2000). Modelling reschedulling activities in a multi period production-inventory system. *International Journal of Production Economics*, 68, 123-135.

Heisig, Gerald., Comparison of (s, S) and (s, nQ) Inventory Control Rules with Respect to Planning Stability. *International Journal of Production Economics*, 73, 2001, pp. 59-82.

Jensen, Thomas. (1993). Measuring and Improving Planning Stability of Reorder-Point Lot-Sizing Policies. *International Journal of Production Economics*, 30(3), 167-178.

Jeunet, Jully., Jonard, Nicolas. (2000). Measuring The Performance of Lot-Sizing Techniques in Uncertain Environments. *International Journal of Production Economics*. 64, 197-208.

Jiao, Jianxin., Tseng, M.M. (2000). Understanding Product Family for Mass Customization by Developing Commonality Indices. *Journal of Engineering Design*. 11:3, 225-243.

Kazan, Osman., Nagi, Rakesh., Rump, C.M.. (2000). New Lot Sizing Formulations for Less Nervous Production Schedule. *Computers and Operations Research*, 27, 1325-1345

Kropp, D.H. Carlson, R.C. Jucker, J.V. (1983). Concepts, Theories, and Techniques: Heuristic Lot-Sizing Approaches for Dealing with MRP System Nervousness. *Decision Sciences*. 14, 156-169.

Meixell, Mary J. (2005). The impact of setup cost, communality, and capacity on schedule instability: An exploratory study. *International Journal of Production Economics*, 95, 95-107.

Metter, R.D. (1993). A method for achieving better customer service, lower costs, and less instability in master production schedules. *Production and Inventory Management Journal*, 34:4, 61-66.

Murthy, D.N.P., Ma, L. (1991). MRP with Uncertainty: a Review and Some Extensions. *International Journal of Production Economics*. 25, 51-64.

Pujawan, I Nyoman. (2008). Schedule instability in a supply chain: an experimental study. *International Journal of Inventory Research*, vol 1, 1, 53-66.

Pujawan, I Nyoman, ER., Mahendrawathi. (2010). *Supply chain management*. Edisi kedua. Guna widya: Surabaya.

Pujawan, I Nyoman., Smart, Alinson U. (2012). Factor affecting schedule instability in manufacturing companies. *International Journal of Production Research*, 50:8, 2252-2266.

Sahin, F., Robinson, E.P. (2002). Flow coordination and information sharing in supply chains: Review, implication and directions for future research, 33:4, 505-536.

Sahin, F., Robinson, E.P., Li-Lian Gao. (2008). Master production scheduling policy and rolling schedules in a two-stage make-to-order supply chain. *Int. J. Production Economics*, 115, 528-541

Song, J.S., Zhao, Yao. (2009). The value of component commonality in a dynamic inventory system with lead times. *Manufacturing and Services Operations Management*, 11:3, 493-508.

Sridharan, V, LaForge, R.L. (1989). The impact of safety stock on schedule instability, cost and service. *Journal of Operations Management*, 8, 327-347.

Sridharan, V, W.L. Berry. (1987). Freezing methods for master production scheduling : A framework or design and analysis. *Decision Scientist*. Boston

Su, J.P., Chang, Y.L., Ho, J.C. (2004). Evaluation of component commonality strategies in supply chain environment. *Asia Pasific Management Review*, 9:5, 801-821.

Vieira, G.E., Herrmann, J.W., Lin, Edward. (2003). Rescheduling Manufacturing Systems: A Framework of Strategies, Policies and Methods. *Journal of Scheduling*. 6, 39-62.

Heisig, Gerald. (2001). Comparison of (s, S) and (s, nQ) Inventory Control Rules with Respect to Planning Stability. *International Journal of Production Economics*, 73, 2001, pp. 59-82.

Wacker, J.G., and Treleven, M. (1986). Component Part Standardization: An Analysis of Commonality Sources and Indices. *Journal of Operations Management*. 6, 219-244

Wazed, M. A., Ahmed, S., Y. Nukman. (2008). Commonality models in manufacturing resources planning: State-of-the-art and future directions. *European Journal of Scientific Research*. Vol. 23 No. 3, 421-435

Wazed, M. A., Ahmed, S., Y. Nukman. (2010). Component and process commonalities in production system under various uncertain factors. *Africa Journal of Business Management*. Vol. 4:17, 3697-3707.

Xie, Jinxing., Zhao, Xiande., Lee, T.S. (2003). Freezing the master production schedule inder single resource constrain and demand uncertainty.

International Journal of Production Economics, 83, 65-84

Xu, L., dan Beamon, B. (2006). Supply chain coordination and cooperation mechanism: An attribute-based approach. *The Journal of Supply Chain Management*, 42(1), 4-21

Zhao, X., Goodale, J.C. dan Lee, T.S. (1993). Freezing the master production schedule in material requirement planning systems under demand uncertainty.

International Journal of Production Research. 33:8, 2241-2276.

Zhao, X., Lai, F. dan Lee, T.S. (2001). Evaluation of Safety Stock Methods in Multilevel Materials Requirements Planning (MRP) Systems. *Production Planning and Control*, 12:8, 798–803.

Zhao, Xiande., Lam, Kokin. (1997). Lot-sizing rules and freezing the master production schedule in material requirements planning systems. *International Journal of Production Economics*, 53, 281-305.

Zhou, Li, Grubbstrom, R.W. (2004). Analysis of the effect of commonality in multi-level inventory systems applying MRP theory. *International Journal of Production Economics*. 90, 251-263.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil keseluruhan eksperimen untuk ketiga ukuran kinerja pada masing-masing entitas dan sistem dalam posisi sistem supply chain (*two-stage*) dalam kondisi adanya kordinasi *)

Variabilitas Permintaan	Ketidakpastian permintaan Mfg	Tingkat Component Commonality	Time Between Order Mfg (Tm)	Instability Mfg	Instability pemasok	Service level Mfg	Service level pemasok	Total Biaya Mfg	Total Biaya Pemasok
1	1	1	1	0,10894	0,10894	1,0000	1,0000	63000	27000
1	1	1	2	0,08635	0,08635	1,0000	1,0000	21000	9000
1	1	1	3	0,07154	0,07154	1,0000	1,0000	22000	9000
1	1	2	1	0,07392	0,07392	1,0000	1,0000	51000	21000
1	1	2	2	0,04301	0,04301	1,0000	1,0000	17000	7000
1	1	2	3	0,03946	0,03946	1,0000	1,0000	18000	7000
1	1	3	1	0,07512	0,07512	1,0000	1,0000	33000	12000
1	1	3	2	0,05083	0,05083	1,0000	1,0000	11000	4000
1	1	3	3	0,03905	0,03905	1,0000	1,0000	10000	4000

Variabilitas Permintaan	Ketidakpastian permintaan Mfg	Tingkat Component Commonality	Time Between Order Mfg (Tm)	Instability Mfg	Instability pemasok	Service level Mfg	Service level pemasok	Total Biaya Mfg	Total Biaya Pemasok
1	2	1	1	0,22703	0,22703	1,0000	1,0000	63064	26973
1	2	1	2	0,17302	0,17302	1,0000	1,0000	21000	9000
1	2	1	3	0,14117	0,14117	1,0000	1,0000	22006	8997
1	2	2	1	0,20041	0,20041	1,0000	1,0000	51061	20980
1	2	2	2	0,12664	0,12664	1,0000	1,0000	17000	7000
1	2	2	3	0,11592	0,11592	1,0000	1,0000	18000	7000
1	2	3	1	0,20033	0,20033	1,0000	1,0000	33071	11995
1	2	3	2	0,13269	0,13269	1,0000	1,0000	11000	4000
1	2	3	3	0,11415	0,11415	1,0000	1,0000	10003	3999
2	1	1	1	0,10723	0,10723	0,9992	0,9983	63046	26996
2	1	1	2	0,11018	0,11018	1,0000	1,0000	21000	9000
2	1	1	3	0,10340	0,10340	1,0000	1,0000	22000	9000
2	1	2	1	0,09686	0,09686	0,9992	0,9983	51048	20997
2	1	2	2	0,06301	0,06301	1,0000	1,0000	17000	7000
2	1	2	3	0,05759	0,05759	1,0000	1,0000	18000	7000

Variabilitas Permintaan	Ketidakpastian permintaan Mfg	Tingkat Component Commonality	Time Between Order Mfg (Tm)	Instability Mfg	Instability pemasok	Service level Mfg	Service level pemasok	Total Biaya Mfg	Total Biaya Pemasok
2	1	3	1	0,09639	0,09639	1,0000	1,0000	33000	12000
2	1	3	2	0,07118	0,07118	1,0000	1,0000	11000	4000
2	1	3	3	0,05628	0,05628	1,0000	1,0000	10000	4000
2	2	1	1	0,22479	0,22479	0,9975	0,9950	63163	26969
2	2	1	2	0,19973	0,19973	1,0000	1,0000	20975	8988
2	2	1	3	0,17736	0,17736	1,0000	1,0000	22001	8993
2	2	2	1	0,21630	0,21630	0,9958	0,9917	51355	20970
2	2	2	2	0,13697	0,13697	1,0000	1,0000	16975	7000
2	2	2	3	0,13179	0,13179	1,0000	1,0000	18017	6994
2	2	3	1	0,22276	0,22276	0,9975	0,9950	33206	11987
2	2	3	2	0,14461	0,14461	1,0000	1,0000	11000	4000
2	2	3	3	0,12361	0,12361	1,0000	1,0000	10023	3998

Note: *) keterangan untuk masing-masing parameter

Variabilitas Permintaan	Ketidakpastian permintaan Mfg	Tingkat Component Commonality	Time Between Order Mfg (Tm)
1 = 0.1 ; 2 = 0.4	1 = 0.1 ; 2 = 0.4	1 = 0 ; 2 = 0.3 ; 3 = 0.7	1 = 1 ; 2 = 3 ; 3 = 5

Lampiran 2. Hasil keseluruhan eksperimen untuk ketiga ukuran kinerja pada masing-masing entitas dan sistem dalam posisi sistem supply chain (*two-stage*) dalam kondisi tidak adanya kordinasi *)

CV	STD Manufaktur	TCCI	Tm	STD Pemasok	Ts	<i>Instability</i> Mfg	<i>Instability</i> pemasok	<i>Service level</i> Mfg	<i>Service level</i> pemasok	Total Biaya Mfg	Total Biaya Pemasok
1	1	1	1	1	1	0,07459	0,10894	1,00000	0,495340	63000	32290
1	1	1	1	1	2	0,07317	0,10798	1,00000	0,243704	63000	71696
1	1	1	1	2	1	0,07198	0,22703	1,00000	0,495340	63000	32200
1	1	1	1	2	2	0,07569	0,22504	1,00000	0,246389	63000	71509
1	1	1	2	1	1	0,04265	0,08635	1,00000	0,833333	21000	32307
1	1	1	2	1	2	0,04128	0,08631	1,00000	0,833333	21000	71570
1	1	1	2	2	1	0,04095	0,17302	1,00000	0,832963	21000	32247
1	1	1	2	2	2	0,04225	0,17244	1,00000	0,833117	21000	71521
1	1	1	3	1	1	0,03892	0,07154	1,00000	0,833735	21000	32290
1	1	1	3	1	2	0,03886	0,07182	1,00000	0,916389	21000	71584
1	1	1	3	2	1	0,04161	0,14117	1,00000	0,833117	21000	32255
1	1	1	3	2	2	0,03898	0,14295	1,00000	0,913611	21000	71655

CV	STD Manufaktur	TCCI	Tm	STD Pemasok	Ts	Instability Mfg	Instability pemasok	Service level Mfg	Service level pemasok	Total Biaya Mfg	Total Biaya Pemasok
1	1	2	1	1	1	0,07320	0,11619	1,00000	0,473373	51000	25388
1	1	2	1	1	2	0,07703	0,11933	1,00000	0,235317	51000	57941
1	1	2	1	2	1	0,07457	0,22221	1,00000	0,469802	51000	25334
1	1	2	1	2	2	0,07784	0,22542	1,00000	0,237024	51000	57874
1	1	2	2	1	1	0,04365	0,09484	1,00000	0,833333	17000	25451
1	1	2	2	1	2	0,04582	0,09467	1,00000	0,833333	17000	57559
1	1	2	2	2	1	0,04141	0,16907	1,00000	0,833016	17000	25347
1	1	2	2	2	2	0,04747	0,17278	1,00000	0,833294	17000	57678
1	1	2	3	1	1	0,03809	0,07871	1,00000	0,833333	17000	26490
1	1	2	3	1	2	0,04493	0,08024	1,00000	0,890079	17000	60627
1	1	2	3	2	1	0,03959	0,13838	1,00000	0,833254	17000	26378
1	1	2	3	2	2	0,04572	0,13963	1,00000	0,891944	17000	60781
1	1	3	1	1	1	0,07261	0,11377	1,00000	0,436111	33000	17464
1	1	3	1	1	2	0,07378	0,11623	1,00000	0,210278	33000	46152
1	1	3	1	2	1	0,07384	0,17696	1,00000	0,430486	33000	17416
1	1	3	1	2	2	0,07253	0,17934	1,00000	0,206250	33000	46126
1	1	3	2	1	1	0,04305	0,09569	1,00000	0,833333	11000	16580

CV	STD Manufaktur	TCCI	Tm	STD Pemasok	Ts	Instability Mfg	Instability pemasok	Service level Mfg	Service level pemasok	Total Biaya Mfg	Total Biaya Pemasok
1	1	3	2	1	2	0,04211	0,09737	1,00000	0,833333	11000	41879
1	1	3	2	2	1	0,04198	0,14444	1,00000	0,833194	11000	16480
1	1	3	2	2	2	0,04306	0,15130	1,00000	0,833264	11000	42052
1	1	3	3	1	1	0,04217	0,08634	1,00000	0,833333	11000	19044
1	1	3	3	1	2	0,03813	0,08196	1,00000	0,836736	11000	49845
1	1	3	3	2	1	0,04082	0,11361	1,00000	0,833194	11000	18963
1	1	3	3	2	2	0,03942	0,11657	1,00000	0,836528	11000	49809
1	2	1	1	1	1	0,20187	0,10723	1,00000	0,496451	63146	32300
1	2	1	1	1	2	0,20107	0,10816	1,00000	0,248364	63263	71464
1	2	1	1	2	1	0,19307	0,22479	1,00000	0,491327	63204	32180
1	2	1	1	2	2	0,20696	0,22808	1,00000	0,245556	63431	71652
1	2	1	2	1	1	0,11980	0,11018	1,00000	0,833333	21000	32273
1	2	1	2	1	2	0,13072	0,11195	1,00000	0,833333	21000	71378
1	2	1	2	2	1	0,12832	0,19973	1,00000	0,833025	21000	32308
1	2	1	2	2	2	0,11839	0,20187	1,00000	0,833272	21000	71475
1	2	1	3	1	1	0,11552	0,10340	1,00000	0,833549	21000	32318
1	2	1	3	1	2	0,11598	0,10537	1,00000	0,909414	21000	71562

CV	STD Manufaktur	TCCI	Tm	STD Pemasok	Ts	Instability Mfg	Instability pemasok	Service level Mfg	Service level pemasok	Total Biaya Mfg	Total Biaya Pemasok
1	2	1	3	2	1	0,11598	0,17736	1,00000	0,833086	21000	32198
1	2	1	3	2	2	0,11348	0,17495	1,00000	0,908179	21000	71553
1	2	2	1	1	1	0,19540	0,12639	1,00000	0,469167	51232	25393
1	2	2	1	1	2	0,19814	0,12630	1,00000	0,233810	51271	58092
1	2	2	1	2	1	0,19469	0,22220	1,00000	0,464722	51231	25287
1	2	2	1	2	2	0,20795	0,22746	1,00000	0,237579	51431	58246
1	2	2	2	1	1	0,12376	0,12469	1,00000	0,833333	17000	25410
1	2	2	2	1	2	0,12728	0,12552	1,00000	0,833333	17000	57644
1	2	2	2	2	1	0,12634	0,20893	1,00000	0,832937	17000	25338
1	2	2	2	2	2	0,13356	0,20724	1,00000	0,833294	17000	57789
1	2	2	3	1	1	0,11109	0,11513	1,00000	0,833333	17000	26417
1	2	2	3	1	2	0,11993	0,11796	1,00000	0,889881	17000	60399
1	2	2	3	2	1	0,11900	0,17779	1,00000	0,833016	17000	26429
1	2	2	3	2	2	0,11804	0,17504	1,00000	0,887778	17000	60831
1	2	3	1	1	1	0,19590	0,14604	1,00000	0,431597	33255	17462
1	2	3	1	1	2	0,20469	0,14479	1,00000	0,212500	33152	46202
1	2	3	1	2	1	0,20376	0,20368	1,00000	0,432014	33697	17482

CV	STD Manufaktur	TCCI	Tm	STD Pemasok	Ts	Instability Mfg	Instability pemasok	Service level Mfg	Service level pemasok	Total Biaya Mfg	Total Biaya Pemasok
1	2	3	1	2	2	0,19848	0,19709	1,00000	0,211597	33447	46316
1	2	3	2	1	1	0,12507	0,14279	1,00000	0,833333	11000	16567
1	2	3	2	1	2	0,12500	0,13953	1,00000	0,833333	11000	42001
1	2	3	2	2	1	0,12684	0,19269	1,00000	0,833264	11000	16474
1	2	3	2	2	2	0,12658	0,19820	1,00000	0,833264	11000	41894
1	2	3	3	1	1	0,11539	0,12636	1,00000	0,833333	11000	19044
1	2	3	3	1	2	0,12038	0,13465	1,00000	0,843681	11000	50086
1	2	3	3	2	1	0,11829	0,16987	1,00000	0,833264	11000	18963
1	2	3	3	2	2	0,11689	0,16049	1,00000	0,842986	11000	50185
2	1	1	1	1	1	0,09649	0,13374	0,99916	0,495802	63007	32237
2	1	1	1	1	2	0,09584	0,13078	0,99916	0,250123	63069	71586
2	1	1	1	2	1	0,09776	0,25395	0,99916	0,493457	62999	32314
2	1	1	1	2	2	0,09646	0,24926	0,99833	0,246265	63068	71557
2	1	1	2	1	1	0,06222	0,10167	1,00000	0,833333	21000	32284
2	1	1	2	1	2	0,06714	0,10725	1,00000	0,833333	21000	71550
2	1	1	2	2	1	0,06388	0,18922	1,00000	0,832932	21000	32200
2	1	1	2	2	2	0,06170	0,18896	1,00000	0,833148	21000	71794

CV	STD Manufaktur	TCCI	Tm	STD Pemasok	Ts	Instability Mfg	Instability pemasok	Service level Mfg	Service level pemasok	Total Biaya Mfg	Total Biaya Pemasok
2	1	1	3	1	1	0,05748	0,08271	1,00000	0,833549	21000	32258
2	1	1	3	1	2	0,06090	0,08407	1,00000	0,914506	21000	71579
2	1	1	3	2	1	0,05745	0,15147	1,00000	0,833302	21000	32192
2	1	1	3	2	2	0,05699	0,15220	1,00000	0,915154	21000	71555
2	1	2	1	1	1	0,09609	0,14416	0,99833	0,470000	51079	25372
2	1	2	1	1	2	0,10008	0,14529	0,99916	0,232143	51070	57720
2	1	2	1	2	1	0,09562	0,24792	0,99833	0,466190	51071	25310
2	1	2	1	2	2	0,10081	0,24663	1,00000	0,235119	51000	58235
2	1	2	2	1	1	0,06192	0,10947	1,00000	0,833333	17000	25387
2	1	2	2	1	2	0,06073	0,10809	1,00000	0,833333	17000	57629
2	1	2	2	2	1	0,06211	0,19023	1,00000	0,833294	17000	25394
2	1	2	2	2	2	0,06145	0,18755	1,00000	0,833294	17000	57395
2	1	2	3	1	1	0,05805	0,09012	1,00000	0,833333	17000	26444
2	1	2	3	1	2	0,06103	0,09080	1,00000	0,887698	17000	60678
2	1	2	3	2	1	0,06183	0,15420	1,00000	0,832976	17000	26417
2	1	2	3	2	2	0,06245	0,14965	1,00000	0,889048	17000	60804

CV	STD Manufaktur	TCCI	Tm	STD Pemasok	Ts	Instability Mfg	Instability pemasok	Service level Mfg	Service level pemasok	Total Biaya Mfg	Total Biaya Pemasok
2	1	3	1	1	1	0,09740	0,14938	1,00000	0,432986	33000	17511
2	1	3	1	1	2	0,10034	0,15114	1,00000	0,211667	33000	45944
2	1	3	1	2	1	0,09919	0,21234	0,99833	0,435069	33086	17376
2	1	3	1	2	2	0,09522	0,21231	0,99916	0,209306	33004	46011
2	1	3	2	1	1	0,06100	0,11762	1,00000	0,833333	11000	16568
2	1	3	2	1	2	0,05898	0,11051	1,00000	0,833333	11000	41869
2	1	3	2	2	1	0,06203	0,17048	1,00000	0,833125	11000	16505
2	1	3	2	2	2	0,06263	0,16691	1,00000	0,833333	11000	42123
2	1	3	3	1	1	0,05942	0,09184	1,00000	0,833333	11000	18977
2	1	3	3	1	2	0,05905	0,09463	1,00000	0,835764	11000	49755
2	1	3	3	2	1	0,05623	0,12519	1,00000	0,833264	11000	18945
2	1	3	3	2	2	0,05730	0,12672	1,00000	0,837500	11000	49810
2	2	1	1	1	1	0,21741	0,13297	0,99916	0,496327	63404	32309
2	2	1	1	1	2	0,21595	0,13476	0,99916	0,245062	63522	71535
2	2	1	1	2	1	0,22153	0,24722	0,99916	0,490833	63249	32172
2	2	1	1	2	2	0,23301	0,24989	0,99916	0,249012	63233	71820

CV	STD Manufaktur	TCCI	Tm	STD Pemasok	Ts	Instability Mfg	Instability pemasok	Service level Mfg	Service level pemasok	Total Biaya Mfg	Total Biaya Pemasok
2	2	1	2	1	1	0,13581	0,12030	1,00000	0,833333	21000	32258
2	2	1	2	1	2	0,13633	0,12198	1,00000	0,833333	21000	71634
2	2	1	2	2	1	0,11642	0,19697	1,00000	0,833056	21000	32147
2	2	1	2	2	2	0,13668	0,20893	1,00000	0,833241	21000	71561
2	2	1	3	1	1	0,11601	0,10764	1,00000	0,833580	21000	32301
2	2	1	3	1	2	0,12898	0,11206	1,00000	0,907438	21000	71535
2	2	1	3	2	1	0,12296	0,17985	1,00000	0,833179	21000	32254
2	2	1	3	2	2	0,12621	0,18225	1,00000	0,910062	21000	71456
2	2	2	1	1	1	0,22991	0,15070	1,00000	0,469127	51512	25356
2	2	2	1	1	2	0,24129	0,15693	1,00000	0,237817	51716	57948
2	2	2	1	2	1	0,22803	0,25814	0,99916	0,463929	51546	25338
2	2	2	1	2	2	0,22802	0,25492	0,99916	0,234802	51539	58121
2	2	2	2	1	1	0,14174	0,13816	1,00000	0,833333	17000	25482
2	2	2	2	1	2	0,13878	0,13561	1,00000	0,833333	17000	57630
2	2	2	2	2	1	0,13671	0,21231	1,00000	0,833135	17000	25344
2	2	2	2	2	2	0,14033	0,21485	1,00000	0,833254	17000	57708

CV	STD Manufaktur	TCCI	Tm	STD Pemasok	Ts	Instability Mfg	Instability pemasok	Service level Mfg	Service level pemasok	Total Biaya Mfg	Total Biaya Pemasok
2	2	2	3	1	1	0,12520	0,12262	1,00000	0,833333	17000	26464
2	2	2	3	1	2	0,12432	0,12218	1,00000	0,883770	17000	60826
2	2	2	3	2	1	0,12556	0,18616	1,00000	0,833135	17000	26373
2	2	2	3	2	2	0,13042	0,18364	1,00000	0,888056	17000	60828
2	2	3	1	1	1	0,22095	0,17399	0,99916	0,436597	33357	17529
2	2	3	1	1	2	0,22187	0,17266	0,99916	0,212639	33687	46223
2	2	3	1	2	1	0,22914	0,23714	0,99916	0,428750	33626	17426
2	2	3	1	2	2	0,22921	0,23385	0,99916	0,209306	33266	45959
2	2	3	2	1	1	0,14119	0,15775	1,00000	0,833333	11000	16559
2	2	3	2	1	2	0,13956	0,16359	1,00000	0,833333	11000	41770
2	2	3	2	2	1	0,13043	0,19756	1,00000	0,833264	11000	16577
2	2	3	2	2	2	0,14154	0,21093	1,00000	0,833333	11000	41630
2	2	3	3	1	1	0,12299	0,13229	1,00000	0,833333	11000	18998
2	2	3	3	1	2	0,12788	0,17333	1,00000	0,833194	11000	19002
2	2	3	3	2	1	0,13097	0,17563	1,00000	0,833264	11000	19029
2	2	3	3	2	2	0,12285	0,16506	1,00000	0,845139	11000	49857

CV	STD Manufaktur	TCCI	Tm	STD Pemasok	Ts
1 = 0.1	1 = 0.1	1 = 0	1 = 1	1 = 0.1	1 = 2
2 = 0.4	2 = 0.4	2 = 0.3 3 = 0.7	2 = 3 3 = 5	2 = 0.4	2 = 5

Dimana:

CV : Variabilitas permintaan konsumen

STD Manufaktur : Ketidakpastian manufaktur

TCCI : Tingkat *component commonality*


Tm : *Time between order* manufaktur

STD Pemasok : Ketidakpastian pemasok

Ts : *Time between order* pemasok

Note: *) Keterangan untuk masing-masing parameter

(halaman ini sengaja dikosongkan)



BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Banyuwangi, 11 November 1988 dengan nama Moch. Aldy Anwar sebagai anak bungsu dari tiga bersaudara. Memulai pendidikan di SD Negeri Penganjuran V. Tahun 1995, Penulis melanjutkan pendidikannya di SLTP Negeri 1 Banyuwangi pada tahun 2001.. Pada tahun 2007., Penulis menyelesaikan pendidikan di SMA Negeri 1 Sidoarjo. Pada tahun 2007 melanjutkan pendidikan di Universitas Airlangga Fakultas Ekonomi Jurusan Manajemen. Tahun 2011 melanjutkan pendidikan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember hingga tahun 2014. Jurusan yang dipilih adalah Teknik Industri, konsentrasi Logistik dan Manajemen Rantai Pasok.

Selama di bangku perkuliahan penulis, penulis aktif di berbagai lembaga kemahasiswaan di kampus. Penulis merupakan Ketua Basket Manajemen di HIMA Manajemen dan juga Kordinator di Forum PAscasarjana TI ITS. Penulis pernah memenangkan beberapa kejuaraan. Salah satunya juara 1 *Basket Competition* antar Fakultas Ekonomi skala nasional. Selain itu penulis juga aktif sebagai pelatih eskul basket di SMAN 1 Sidoarjo.

Pada tahun 2013, penulis bekerja di PT Jamkrida Jatim sebagai staf penjaminan. Kemudian pindah pada tahun 2014 ke PT Tanobel Foods dengan posisi “manajemen trainee” yang bertanggung jawab melakukan perencanaan dan evaluasi kinerja pabrik. Pengalaman kerja yang dimiliki, membantu penulis untuk bisa memahami permasalahan dalam penelitian ini. Selain itu, penulis juga aktif dalam organisasi keolahragaan yakni cabang olahraga bola basket sebagai sekretaris Perbasi Kabupaten Sidoarjo. Dan sering kali diberikan tanggung jawab untuk menjadi *coaching staff* tim basket Sidoarjo mewakili daerah. Jika ada yang ingin menghubungi , penulis dapat dihubungi melalui email : aldyanwar11@yahoo.co.id atau aldy.anwar11@gmail.com.