

**MODEL PENENTUAN UKURAN LOT GABUNGAN DALAM SISTEM
RANTAI PASOK *SINGLE VENDOR-MULTI BUYER* DENGAN *REACTIVE
LATERAL TRANSSHIPMENT*
(STUDI KASUS: UMKM BATIK X DI YOGYAKARTA)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**



Nama : Nur Aysha Kusumawardhani
No. Mahasiswa : 18 522 260

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2022

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

MODEL PENENTUAN UKURAN LOT GABUNGAN DALAM SISTEM
RANTAI PASOK *SINGLE VENDOR-MULTI BUYER* DENGAN *REACTIVE
LATERAL TRANSSHIPMENT* (STUDI KASUS: UMKM BATIK X DI
YOGYAKARTA)

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana strata-1

Jurusan Teknik Industri – Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Disusun oleh:

Nama : Nur Aysha Kusumawardhani

No. Mahasiswa : 18522260



Yogyakarta, 30 November 2022

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Tugas Akhir

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'I. Muhammad Ridwan Andi Purbananda', is written over the printed name below.

I. Muhammad Ridwan Andi Purbananda, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.

LEMBAR PENGESAHAN PENGIJI

**MODEL PENENTUAN UKURAN LOT GABUNGAN DALAM SISTEM
RANTAI PASOK *SINGLE VENDOR-MULTI BUYER* DENGAN *REACTIVE
LATERAL TRANSSHIPMENT*
(STUDI KASUS: UMKM BATIK X DI YOGYAKARTA)**

TUGAS AKHIR

Oleh

Nama : Nur Aysha Kusumawardhani

No. Mahasiswa : 18522260

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri

Yogyakarta, 20 Desember 2022

Tim Penguji

Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.

Ketua

Dian Janari, S.T., M.T.

Anggota I

Dr. Ir. Dwi Handayani, S.T., M.Sc., IPM.

Anggota II

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Industri
Universitas Islam Indonesia



Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.

LEMBAR KETERANGAN PENELITIAN



FAKULTAS
TEKNOLOGI INDUSTRI

Gedung KH. Mas Mansur
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kalirejo km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext. 4110, 4100
F. (0274) 895007
E. lib@iainid.ac.id
W. lib.iainid.ac.id

SURAT KETERANGAN PENELITIAN

Nomor : 102/Ka.lab SIMANTI/20/Lab.SIMANTI/XI/2022

Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokaatuh

Dengan hormat,

Yang bertanda tangan dibawah ini, menerangkan bahwa:

Nama : Nur Aysha Kusumawardhani

Nim : 18 522 260

Jurusan : Teknik Industri

Dosen Pembimbing : Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D.,IPM.

Menyatakan bahwa mahasiswa tersebut diatas telah melaksanakan penelitian tugas akhir dengan judul " **MODEL PENENTUAN UKURAN LOT GABUNGAN DALAM SISTEM RANTAI PASOK SINGLE VENDOR-MULTI BUYER DENGAN RELATIVE LITERAL TRANSSHIPMENT (STUDI KASUS: UMKM BATIK X DI YOGYAKARTA)**" mulai pelaksanaan penelitian 04 April 2022 sampai 29 November 2022.

Demikian surat keterangan penelitian ini kami buat. Atas perhatiannya dan kerja samanya kami mengucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokaatuh

Yogyakarta, 29 November 2022

Kepala Laboratorium

Sistem Manufaktur Terintegrasi

Abdullm 'Azzam, S.T., M.T.

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir yang berjudul "Model Penentuan Ukuran Lot Gabungan Dalam Sistem Rantai Pasok *Single Vendor-Multi Buyer* Dengan *Reactive Lateral Transshipment* (Studi Kasus: UMKM Batik X di Yogyakarta)" ini merupakan hasil kerja saya sendiri. Tidak terdapat bagian didalamnya merupakan plagiat karya orang lain kecuali kutipan-kutipan penelitian terdahulu yang setiap salah satunya saya jelaskan sumbernya sesuai dengan etika keilmuan dalam berpendidikan. Jika dikemudian hari ditemukan bahwa pengakuan yang saya buat tidak benar dan melanggar peraturan yang sah, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan normal yang berlaku di Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 30 November 2022



Nur Aysha Kusumawardhani

18522260

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini saya persembahkan teruntuk kedua orang tua saya,

Teruntuk adik semata wayang saya,

Bapak dan ibu dosen yang telah berbagi ilmu, pengalaman dan membimbing saya

*Serta sahabat-sahabat saya yang senantiasa menemani dan berproses bersama saya
selama ini baik di Teknik Industri UII maupun sahabat saya yang menemani sedari
zaman sekolah.*



HALAMAN MOTTO

“Dan Dia mendapatimu sebagai seorang yang bingung, lalu Dia memberikan petunjuk”

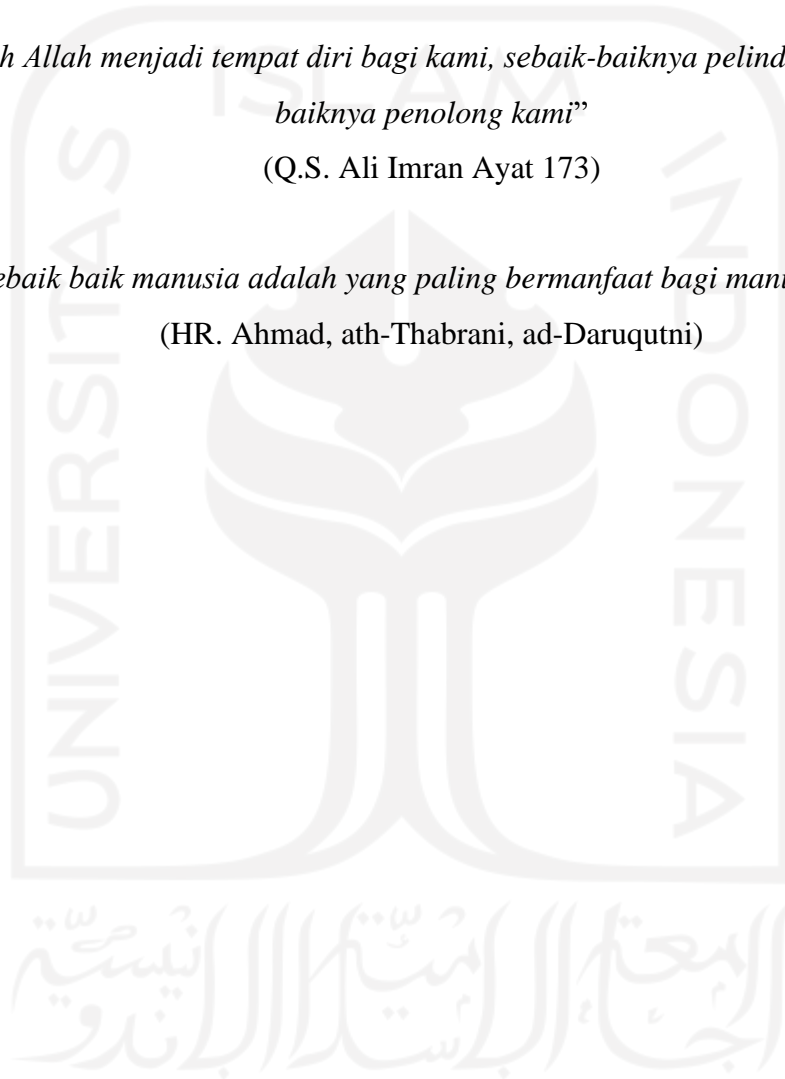
(Q.S. Adh-Dhuha Ayat 7)

“Cukuplah Allah menjadi tempat diri bagi kami, sebaik-baiknya pelindung dan sebaik-baiknya penolong kami”

(Q.S. Ali Imran Ayat 173)

“Sebaik baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi manusia lain”

(HR. Ahmad, ath-Thabrani, ad-Daruqutni)



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah *rabbi' alamin*, segala puji dan syukur kehadirat Allah *Subhanahu wa Ta'ala* yang telah memberikan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan dengan sebaik-baiknya tugas akhir dengan judul “Model Penentuan Ukuran Lot Gabungan Dalam Sistem Rantai Pasok *Single Vendor-Multi Buyer* dengan *Reactive Lateral Transshipment* (Studi Kasus: UMKM Batik X di Yogyakarta)”. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah Muhammad *Shallallahu'alaihi Wasallam* beserta keluarga dan sahabat beliau yang telah membawa kita pada jalan yang diridhai Allah *Subhanahu wa Ta'ala*.

Penulis menyadari kekurangan, kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan tugas akhir ini penulis mendapatkan dukungan, bantuan, bimbingan, semangat, serta do'a dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc., selaku Ketua Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM., selaku Ketua Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM., selaku dosen pembimbing yang senantiasa meluangkan waktu, ilmu, bimbingan serta tenaganya sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
5. Keluarga tercinta, Bapak, Ibu, dan Adik yang senantiasa memberikan doa, dukungan dan kasih sayang selama penulis menjalankan studi.
6. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Industri UII atas ilmu dan pengalaman yang diberikan selama berkuliah di Teknik Industri UII
7. Seluruh teman-teman yang selalu ada dan sudah membantu serta mendukung penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

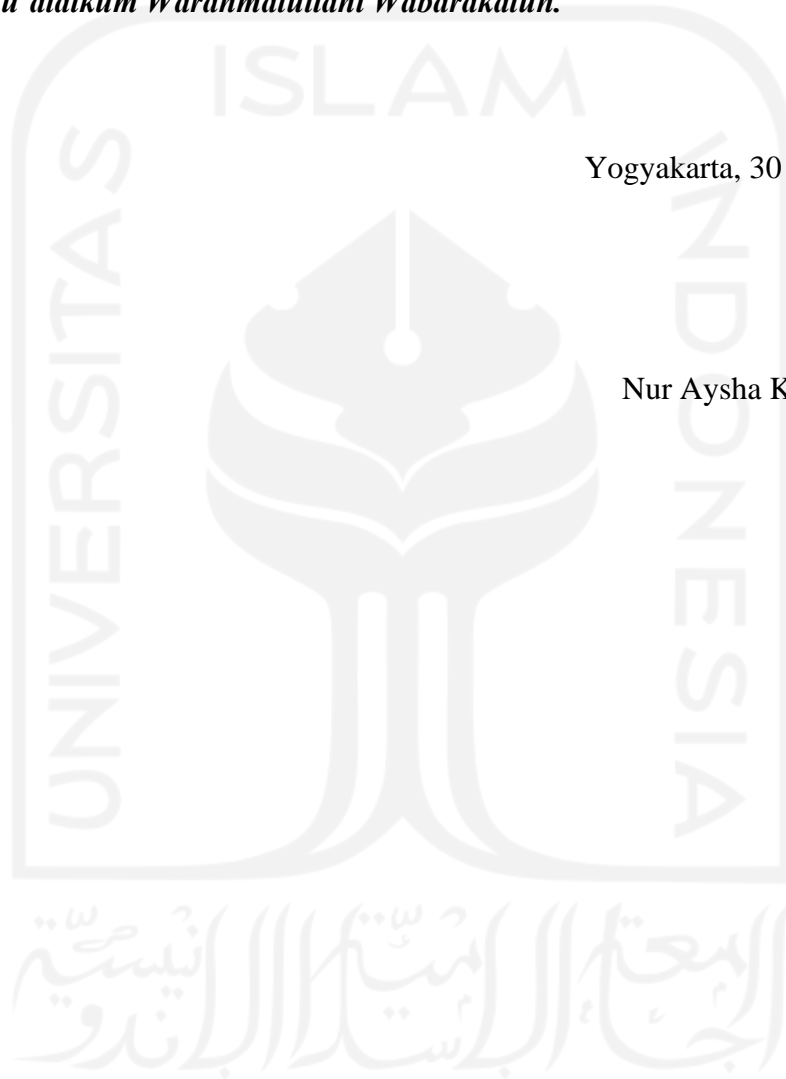
8. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.

Semoga kebaikan serta bantuan yang telah diberikan oleh seluruh pihak kepada penulis mendapat balasan dan kebaikan yang berlipat ganda dari Allah SWT. *Aamiin*.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 30 November 2022

Nur Aysha Kusumawardhani



ABSTRAK

Perkembangan industri UMKM di Provinsi DI Yogyakarta setiap tahunnya mengalami peningkatan jumlah, termasuk pada tahun 2021 mengalami kenaikan sebesar 9,04% untuk semua sektor. Salah satu sektor UMKM di DI Yogyakarta adalah industri batik, berdasarkan data Kementerian Perindustrian terdapat 1.195 unit usaha batik dari skala kecil hingga menengah. Hal ini memberikan gambaran bahwa peningkatan jumlah usaha seiring dengan persaingan bisnis yang semakin tinggi. UMKM Batik X sebagai salah satu industri batik di Yogyakarta harus memiliki strategi yang tepat untuk menghadapi persaingan bisnis. Upaya yang dapat dilakukan oleh perusahaan adalah melakukan manajemen rantai pasok terutama pengelolaan manajemen persediaan yang baik antara pemasok dan pembeli. Penelitian ini bertujuan untuk meminimasi total biaya gabungan (*JTC*) antara pemasok dan *multi* pembeli menggunakan model JELS. Penelitian ini juga mempertimbangkan mengenai *lateral transshipment* dimana pembeli dapat meminta persediaan ke pembeli lain dan sebaliknya. Model JELS memungkinkan pemasok untuk melakukan optimasi ukuran lot produksi sedangkan pembeli melakukan optimasi ukuran lot pemesanan sehingga total biaya gabungan menjadi minimum. Optimasi ukuran pemesanan dan lot produksi dilakukan menggunakan algoritma *Evolutionary* pada *solver Microsoft Excel*. Dalam penelitian ini membandingkan 2 jenis model yaitu model tanpa koordinasi dimana pemasok dan pembeli melakukan optimasi biaya masing-masing, sedangkan pada model dengan koordinasi pembeli dan pemasok memperhitungkan total biaya gabungan. Dari hasil penelitian ini didapatkan perhitungan total biaya gabungan pada model awal sebesar Rp1.170.316.700,00 kemudian pada model dengan koordinasi yaitu sebesar Rp1.154.828.600,00 sehingga model koordinasi berhasil memberikan penghematan sebesar Rp15.488.100 atau sebanyak 1,32%.

Kata kunci: *Joint Economic Lot Size*, Manajemen Persediaan, *Transshipment*, Ukuran Lot Gabungan

DAFTAR ISI

HALAMAN <i>COVER</i>	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR KETERANGAN PENELITIAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN MOTTO.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II KAJIAN LITERATUR.....	8
2.1 Kajian Deduktif.....	8
2.1.1 Sistem Produksi	8
2.1.2 <i>Supply Chain</i>	9
2.1.3 <i>Supply Chain Management</i>	9
2.1.4 Persediaan (<i>Inventory</i>)	11

2.1.5 Fungsi Persediaan	11
2.1.6 Metode Pengendalian Persediaan	13
2.1.7 Model EOQ (<i>Economic Order Quantity</i>)	15
2.1.8 Model EPQ (<i>Economic Production Quantity</i>).....	17
2.1.9 Ukuran Pemesanan (<i>Lot Size</i>)	18
2.1.10 Model Ukuran Lot Ekonomis Gabungan (<i>Joint Economic Lot Size</i>)	19
2.1.11 Model <i>Transshipment</i>	20
2.1.12 Optimasi Algoritma <i>Evolutionary</i>	20
2.2 Kajian Induktif	21
BAB III METODE PENELITIAN	34
3.1 Objek dan Subjek Penelitian.....	34
3.2 Jenis Data Penelitian	34
3.3 Diagram Alir Penelitian	35
3.4 Langkah Penelitian	37
3.4.1 Kajian Pustaka/Tinjauan Literatur	37
3.4.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah	37
3.4.3 Pengumpulan Data	37
3.4.4 Pengembangan Model.....	38
3.4.5 Pengolahan Data	38
3.4.6 Analisis dan Pembahasan.....	39
3.4.7 Kesimpulan dan Saran	39
BAB IV PENGOLAHAN DATA.....	40
4.1 Deskripsi Sistem	40
4.2 Komponen Model	43
4.2.1 Notasi	43
4.2.2 Variabel Keputusan dan Kriteria Performansi	43
4.2.3 Asumsi dan Batasan Model	44

4.3 Formulasi Model Matematika.....	44
4.3.1 Fungsi Tujuan	44
4.3.2 Total Biaya Pembeli.....	45
4.3.3 Total Biaya Pemasok	47
4.3.4 Total Biaya Gabungan	48
4.4 Algoritma Pemecahan Solusi.....	48
4.5 Validasi Model.....	53
4.6 Pengolahan Data	57
4.6.1 Data Biaya-biaya.....	58
4.6.2 Contoh Perhitungan Model Tanpa Koordinasi	60
4.6.3 Rangkuman Hasil Perhitungan Model Tanpa Koordinasi	69
4.6.4 Rangkuman Hasil Perhitungan Model Dengan Koordinasi.....	81
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN	86
5.1 Analisis Perbandingan Variabel Keputusan	86
5.2 Analisis Perbandingan Total Biaya Pembeli	89
5.3 Analisis Perbandingan Total Biaya Pemasok	90
5.4 Analisis Perbandingan Total Biaya Gabungan	91
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	93
6.1 Kesimpulan	93
6.2 Saran	93
DAFTAR PUSTAKA	95
LEMBAR LAMPIRAN	101

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Fungsi Utama Supply Chain dalam Manufaktur	10
Tabel 2. 2 Perbandingan Penelitian	31
Tabel 4. 1 Validasi Model.....	53
Tabel 4. 2 Data Distribusi Normal.....	55
Tabel 4. 3 Data Distribusi <i>Uniform</i>	56
Tabel 4. 4 Perhitungan Data <i>Uniform</i>	57
Tabel 4. 5 Data Biaya Pemasok dan Pembeli	58
Tabel 4. 6 Data Biaya Pemesanan Antar Pembeli	59
Tabel 4. 7 Data Permintaan Konsumen	60
Tabel 4. 8 Data Permintaan Antar Pembeli	61
Tabel 4. 9 Data Permintaan Antar Pembeli	61
Tabel 4. 10 Contoh Model Persediaan <i>Buyer 1</i> untuk Produk Batik 1	62
Tabel 4. 11 Contoh Model Simulasi Pemasok Produk Batik 1	66
Tabel 4. 12 Perhitungan Biaya Persediaan Pembeli Produk Batik 1	69
Tabel 4. 13 Perhitungan Biaya <i>Lost Sales</i> Pembeli Produk Batik 1	69
Tabel 4. 14 Perhitungan Biaya Pesan ke Pemasok Produk Batik 1	69
Tabel 4. 15 Perhitungan Biaya Pesan Antar <i>Buyer</i> Produk Batik 1	70
Tabel 4. 16 Rangkuman Biaya Pembeli Produk Batik 1	70
Tabel 4. 17 Perhitungan Biaya Persediaan Pemasok Produk Batik 1.....	70
Tabel 4. 18 Perhitungan Biaya <i>Lost Sales</i> Pemasok Produk Batik 1.....	71
Tabel 4. 19 Perhitungan Biaya <i>Setup</i> Pemasok Produk Batik 1	71
Tabel 4. 20 Rangkuman Biaya Pemasok Produk Batik 1	71
Tabel 4. 21 Perhitungan Biaya Persediaan Pembeli Produk Batik 2	71
Tabel 4. 22 Perhitungan Biaya <i>Lost Sales</i> Pembeli Produk Batik 2	72
Tabel 4. 23 Perhitungan Biaya Pesan ke Pemasok Produk Batik 2	72
Tabel 4. 24 Perhitungan Biaya Pesan Antar <i>Buyer</i> Produk Batik 2	72
Tabel 4. 25 Rangkuman Biaya Pembeli Produk Batik 2	72
Tabel 4. 26 Perhitungan Biaya Persediaan Pemasok Produk Batik 2.....	73
Tabel 4. 27 Perhitungan Biaya <i>Lost Sales</i> Pemasok Produk Batik 2.....	73
Tabel 4. 28 Perhitungan Biaya <i>Setup</i> Pemasok Produk Batik 2	73
Tabel 4. 29 Rangkuman Biaya Pemasok Produk Batik 2	74

Tabel 4. 30 Perhitungan Biaya Persediaan Pembeli Produk Batik 3	74
Tabel 4. 31 Perhitungan Biaya <i>Lost Sales</i> Pembeli Produk Batik 3	74
Tabel 4. 32 Perhitungan Biaya Pesan ke Pemasok Produk Batik 3	74
Tabel 4. 33 Perhitungan Biaya Pesan Antar <i>Buyer</i> Produk Batik 3	75
Tabel 4. 34 Rangkuman Biaya Pembeli Produk Batik 3	75
Tabel 4. 35 Perhitungan Biaya Persediaan Pemasok Produk Batik 3	75
Tabel 4. 36 Perhitungan Biaya <i>Lost Sales</i> Pemasok Produk Batik 3	75
Tabel 4. 37 Perhitungan Biaya <i>Setup</i> Pemasok Produk Batik 3	76
Tabel 4. 38 Rangkuman Biaya Pemasok Produk Batik 3	76
Tabel 4. 39 Perhitungan Biaya Persediaan Pembeli Produk Batik 4	76
Tabel 4. 40 Perhitungan Biaya <i>Lost Sales</i> Pembeli Produk Batik 4	76
Tabel 4. 41 Perhitungan Biaya Pesan ke Pemasok Produk Batik 4	77
Tabel 4. 42 Perhitungan Biaya Pesan Antar <i>Buyer</i> Produk Batik 4	77
Tabel 4. 43 Rangkuman Biaya Pembeli Produk Batik 4	77
Tabel 4. 44 Perhitungan Biaya Persediaan Pemasok Produk Batik 4	78
Tabel 4. 45 Perhitungan Biaya <i>Lost Sales</i> Pemasok Produk Batik 4	78
Tabel 4. 46 Perhitungan Biaya <i>Setup</i> Pemasok Produk Batik 4	78
Tabel 4. 47 Rangkuman Biaya Pemasok Produk Batik 4	78
Tabel 4. 48 Perhitungan Biaya Persediaan Pembeli Produk Batik 5	79
Tabel 4. 49 Perhitungan Biaya <i>Lost Sales</i> Pembeli Produk Batik 5	79
Tabel 4. 50 Perhitungan Biaya Pesan ke Pemasok Produk Batik 5	79
Tabel 4. 51 Perhitungan Biaya Pesan Antar <i>Buyer</i> Produk Batik 5	79
Tabel 4. 52 Rangkuman Biaya Pembeli Produk Batik 5	80
Tabel 4. 53 Perhitungan Biaya Persediaan Pemasok Produk Batik 5	80
Tabel 4. 54 Perhitungan Biaya <i>Lost Sales</i> Pemasok Produk Batik 5	80
Tabel 4. 55 Perhitungan Biaya <i>Setup</i> Pemasok Produk Batik 5	80
Tabel 4. 56 Rangkuman Biaya Pemasok Produk Batik 5	81
Tabel 4. 57 Rangkuman Biaya Pembeli Produk Batik 1	81
Tabel 4. 58 Rangkuman Biaya Pemasok Produk Batik 1	81
Tabel 4. 59 Total Biaya Gabungan Produk Batik 1	82
Tabel 4. 60 Rangkuman Biaya Pembeli Produk Batik 2	82
Tabel 4. 61 Rangkuman Biaya Pemasok Produk Batik 2	82
Tabel 4. 62 Total Biaya Gabungan Produk Batik 2	82

Tabel 4. 63 Rangkuman Biaya Pembeli Produk Batik 3	83
Tabel 4. 64 Rangkuman Biaya Pemasok Produk Batik 3	83
Tabel 4. 65 Total Biaya Gabungan Produk Batik 3	83
Tabel 4. 66 Rangkuman Biaya Pembeli Produk Batik 4	84
Tabel 4. 67 Rangkuman Biaya Pemasok Produk Batik 4	84
Tabel 4. 68 Total Biaya Gabungan Produk Batik 4	84
Tabel 4. 69 Rangkuman Biaya Pembeli Produk Batik 5	85
Tabel 4. 70 Rangkuman Biaya Pemasok Produk Batik 5	85
Tabel 4. 71 Total Biaya Gabungan Produk Batik 5	85
Tabel 5. 1 Perbandingan Hasil Variabel Keputusan Pembeli	86
Tabel 5. 2 Perbandingan Hasil Variabel Keputusan Pemasok	87
Tabel 5. 3 Perbandingan Total Biaya Pembeli	89
Tabel 5. 4 Perbandingan Total Biaya Pembeli Untuk Semua Pembeli	89
Tabel 5. 5 Perbandingan Total Biaya Pemasok	90
Tabel 5. 6 Penghematan Total Biaya	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Model EOQ.....	17
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian	36
Gambar 4. 1 Hubungan Antara Pemasok dan Pembeli.....	41
Gambar 4. 2 Gambaran Sistem	42



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

UMKM di Indonesia mempunyai kontribusi penting sebagai penopang perekonomian. Menurut UU No. 20 Tahun 2008 tentang Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah dalam pasal 3 disebutkan bahwa Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah bertujuan menumbuhkan dan mengembangkan usahanya dalam rangka membangun perekonomian nasional berdasarkan demokrasi ekonomi yang berkeadilan. Pertumbuhan dan pengembangan sektor UMKM sering diartikan sebagai salah satu indikator keberhasilan pembangunan, khususnya bagi negara-negara yang memiliki pendapatan perkapita yang rendah (Wibowo et al., 2015). Sebagai gambaran, pada tahun 2021 berdasarkan data Kementerian Koperasi dan UMKM (2022) menyebut bahwa kontribusi sektor UMKM terhadap produk domestik bruto (PDB) adalah sebesar 61,97%, selain itu UMKM memiliki peranan terhadap perbaikan ekonomi Indonesia dengan berhasil menyerap 97% tenaga kerja.

Di Provinsi DI Yogyakarta sendiri, berdasarkan data Bappeda (2022) jumlah UMKM mengalami peningkatan dari 277.677 unit pada tahun 2020 menjadi 302.799 unit pada tahun 2021, artinya jumlah UMKM mengalami kenaikan sebesar 9,04%. Kenaikan jumlah UMKM setiap tahunnya ini memberikan gambaran bahwa terjadi peningkatan persaingan bisnis di segala bidang termasuk UMKM. Salah satu potensi usaha yang ada di DI Yogyakarta adalah industri batik. Seperti yang dihimpun dari Kementerian Perindustrian (2020) terdapat 1.195 unit usaha industri batik yang di DI Yogyakarta yang dari skala kecil hingga menengah. Sektor industri batik di Yogyakarta juga menyerap hingga 5.771 orang tenaga kerja dengan nilai produksi hingga mencapai Rp300 miliar. Peranan UMKM maupun industri batik yang sangat besar memberikan penjabaran bahwa UMKM harus dapat ditingkatkan lebih baik lagi. Untuk mampu bertahan dalam persaingan bisnis tersebut, salah satu caranya adalah menerapkan pengelolaan manajemen secara baik. Ketidakmampuan UMKM dalam melakukan

manajemen yang baik dapat menimbulkan berbagai permasalahan sehingga tidak dapat menghasilkan keuntungan yang maksimal. Hal ini seperti yang terjadi pada UMKM batik pada penelitian milik Lutfiana & Puspitosari (2020) yang menerima banyak permintaan namun persediaan yang siap dipasarkan belum dapat memenuhi permintaan pelanggan karena perusahaan belum menerapkan pengelolaan persediaan yang baik. Keterbatasan sumber daya, kurangnya pengalaman manajemen, dan kurang stabilnya keuangan akan mengakibatkan tingkat kematian bisnis mikro maupun kecil jauh lebih tinggi dibandingkan bisnis yang sudah lebih besar.

Dalam menghadapi persaingan bisnis, perusahaan harus berupaya untuk mencari strategi yang tepat dan menguntungkan bagi perusahaan untuk dapat bertahan. Salah satu cara adalah dengan meningkatkan pengelolaan manajemen secara baik dan meningkatkan kinerja proses bisnis yang ada di perusahaan. Menurut Zuraidah et al. (2021) untuk meningkatkan proses bisnis ini perusahaan dapat memaksimalkan *supply chain management* yang dimilikinya. *Supply Chain Management* merupakan suatu pengelolaan aktivitas-aktivitas yang mencakup kegiatan memperoleh bahan baku yang menjadi input di suatu perusahaan, melakukan proses produksi yang selanjutnya produk tersebut dikirim hingga sampai ke tangan konsumen (Pujotomo et al., 2016). Tujuan utama dari SCM adalah pengiriman produk dengan tepat waktu, meminimasi waktu serta biaya dalam proses pemenuhan *demand*, memusatkan kegiatan perencanaan dan distribusi, serta pengelolaan manajemen persediaan yang baik antara *vendor* dan *buyer* (Pujawan & ER, 2010).

Dalam Yuniar & Wangsaputra (2018) disebutkan bahwa hal penting untuk dipertimbangkan dalam manajemen persediaan adalah ketepatan persediaan yang berupa ukuran (*lot*) pemesanan dan ukuran produksi. Pada manajemen persediaan konvensional, permasalahan persediaan untuk pamanufaktur dan pembeli dikelola secara masing-masing. Pamanufaktur menghitung *lot* produksi optimalnya sendiri begitu pula dengan pembeli. Maka EOQ (*Economic Order Quantity*) optimal yang dikalkulasi oleh pamanufaktur belum tentu sama dengan EOQ pembeli (Yamit, 1999). Menurut Khotimah & Dahda (2021) ketersediaan persediaan produk menjadi hal yang sangat penting untuk menunjang keberhasilan usaha tersebut, sehingga pengendalian persediaan terintegrasi perlu dilakukan untuk mengurangi risiko kekurangan stok (*stockout*) maupun kelebihan stok (*overstock*). Oleh sebab itu, penentuan ukuran *lot* seharusnya memperhatikan kepentingan bersama untuk meminimasi total biaya

persediaan gabungan dalam sistem rantai pasok. Penentuan ukuran lot yang memperhatikan kepentingan bersama dikenal dengan istilah *Joint Economic Lot Size* (JELS) atau ukuran lot gabungan ekonomis. Dalam Anshori et al. (2011) penelitian pertama yang membahas JELS dilakukan oleh Goyal (1977) dimana solusi yang dihasilkan dapat meminimumkan total ongkos gabungan kedua belah pihak penentu persediaan. Kemudian Goyal (1988) mengembangkan model yang merelaksasi adanya asumsi yang berbasis pada *lot-for-lot*.

Model pengendalian persediaan seperti *Joint Economic Lot Size* (JELS) pada sistem rantai pasok telah banyak dikembangkan pada penelitian terdahulu. Model JELS dapat menghasilkan solusi penghematan yang signifikan pada total biaya persediaan gabungan dibandingkan dengan model persediaan yang independen dan tanpa koordinasi antara anggota *supply chain*. Persediaan independen biasanya hanya menguntungkan salah satu pihak misalnya pembeli, namun tidak mempertimbangkan pihak lain seperti pemasok. Hal ini menyebabkan biaya persediaan pada pemasok menjadi tinggi dan total biaya gabungan juga menjadi lebih tinggi. Oleh sebab itu model integrasi seperti JELS penting untuk mengoptimalkan semua pihak dalam *supply chain* dalam hal ini pemasok dan pembeli. Model JELS memungkinkan pemasok untuk melakukan optimasi ukuran lot produksi sedangkan pembeli melakukan optimasi ukuran lot pemesanan sehingga total biaya gabungan menjadi minimum.

Penelitian ini dilakukan di UMKM Batik X sebagai produsen batik yang memproduksi macam-macam kerajinan batik. UMKM Batik merupakan produsen batik yang berlokasi di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Penelitian merupakan *multi* pembeli dimana pembeli terdiri dari lebih dari satu dan melakukan pembelian secara langsung ke pemasok atau dapat saling membeli dan menjual produk batik tersebut ke pembeli lain dengan skala kecil. Selain menjual kepada sesama bisnis, pembeli juga menjual batik secara langsung kepada konsumen. Berdasarkan penjabaran ini maka penelitian ini melibatkan *reactive lateral transshipment*, yaitu keadaan dimana pembeli dengan permintaan berskala kecil untuk meminta barang *emergency* kepada pembeli lainnya. Dengan demikian penelitian ini melibatkan 2 eselon, dimana eselon pertama merupakan UMKM Batik X yang berperan sebagai pihak pemasok, dan eselon kedua merupakan pembeli yang membeli dan menjual produk ke pembeli lain sampai kemudian diterima oleh pelanggan akhir.

Model-model untuk kasus *joint economic lot size* berkembang sesuai kompleksitas dalam permasalahan tersebut. Penelitian milik Anshori et al. (2011) mengembangkan model untuk produsen tunggal dan multi pembeli dengan permintaan probabilistik. Gharaei et al. (2020) mengembangkan model JELS pada tingkat *supply chain* multi eselon menggunakan model matematis dengan permintaan deterministik. Pada penelitian milik Yuniar & Wangsaputra (2018) membuat model untuk kasus pemasok dan produsen tunggal menggunakan model matematis dengan asumsi permintaan probabilistik. Kelebihan model matematis menurut (Ekoanindiyo, 2011) adalah model matematis dapat memberikan jawaban yang mudah dari suatu sistem yang sederhana dan cukup merepresentasikan sistem yang sebenarnya. Model matematis juga dapat memberikan hasil nilai yang optimal serta tidak memerlukan biaya yang besar dibandingkan dengan simulasi, selain itu model matematis hanya memerlukan sedikit data karena bertujuan untuk memberikan kemudahan penjelasan tentang sistem yang sebenarnya. Penelitian ini berfokus untuk mengelola persediaan yang meminimumkan total biaya gabungan dengan mengintegrasikan antara pemasok tunggal dan multi pembeli dengan kasus *transshipment*. Dalam menentukan total biaya gabungan persediaan yang optimal digunakan model dengan pendekatan analitis matematis dan optimasi menggunakan algoritma *Evolutionary*.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat disusun rumusan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana model matematika yang optimal dapat menyelesaikan permasalahan persediaan pada sistem *supply chain* dengan *transshipment*?
2. Berapa jumlah lot gabungan yang optimal menggunakan model *Joint Economic Lot Size*?
3. Berapa total biaya gabungan optimal antara pemasok dan pembeli menggunakan model *Joint Economic Lot Size*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, dapat diketahui tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan optimasi pada model matematis untuk menyelesaikan permasalahan persediaan pada sistem *supply chain* dengan *transshipment*.
2. Menentukan jumlah lot gabungan yang optimal menggunakan model *Joint Economic Lot Size*.
3. Menentukan total biaya gabungan optimal antara pemasok dan pembeli menggunakan model *Joint Economic Lot Size*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Dapat menjadi masukan bagi UMKM Batik X dalam melakukan pengelolaan persediaan.
2. Penelitian ini dapat menjadi sumber referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan *Joint Economic Lot Size* terutama pada kasus *transshipment*.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian dilakukan agar tujuan penelitian ini lebih terfokus. Adapun Batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem rantai pasok yang diteliti adalah sistem rantai pasok 2 eselon yang terdiri dari UMKM Batik X sebagai pemasok tunggal dan multi pembeli yang terdiri dari 5 pembeli berbeda.
2. Produk dalam penelitian ini merupakan multi produk yang terdiri dari 5 produk.
3. Seluruh asumsi yang digunakan merupakan batasan penelitian.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dibuat agar penyusunan tugas akhir lebih terstruktur dengan disusun dalam beberapa bab. Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini disusun dalam enam bab, dengan rincian sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memuat mengenai pemaparan latar belakang masalah yang menjadi fokus bahasan pada topik penelitian ini. Selain itu, pada bab ini berisikan mengenai perumusan masalah berdasarkan pemaparan latar belakang penelitian, tujuan penelitian sebagai penentuan fokus penelitian, manfaat penelitian bagi berbagai pihak, batasan masalah serta sistematika penelitian secara singkat.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Bab ini memuat mengenai teori dan konsep dasar yang diperlukan untuk memecahkan permasalahan yang menjadi latar penelitian ini. Teori dan konsep dasar diperoleh dari buku, jurnal, pendapat pakar, *website resmi* serta sumber lain yang valid. Selain itu, bab ini juga memuat uraian mengenai hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan topik yang sejenis, yaitu mengenai permasalahan lot gabungan pada rantai pasok.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini memuat mengenai kerangka pemecahan masalah dan penjelasan langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan menggunakan metode yang telah ditentukan. Pada bab ini juga memuat mengenai subjek dan objek penelitian, sumber data penelitian, alat dan bahan penelitian, teknik pengumpulan data, pengolahan data, analisis data serta diagram alir penelitian.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini memuat mengenai data yang diperoleh selama penelitian, pengolahan data dengan metode yang dipilih sesuai uraian pada bab sebelumnya. Hasil pengolahan data kemudian ditampilkan dalam bentuk gambar, tabel maupun grafik.

BAB V PEMBAHASAN

Bab ini memuat mengenai pembahasan dan analisis dari hasil pengumpulan dan pengolahan data. Pembahasan hasil penelitian ini disesuaikan dengan latar belakang, rumusan masalah serta tujuan dari penelitian sehingga akan menghasilkan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan kesimpulan penelitian yang didapatkan berdasarkan analisis dan pembahasan. Kesimpulan bertujuan untuk menjawab rumusan permasalahan yang sudah ditentukan sebelumnya. Pada bab ini juga mencakup saran yang diberikan berdasarkan pengalaman sebagai referensi penelitian selanjutnya.



BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Kajian Deduktif

2.1.1 Sistem Produksi

Proses produksi merupakan suatu cara, metode ataupun teknik mengenai bagaimana sumber-sumber dalam hal ini tenaga kerja, mesin, bahan dan dana yang ada dapat ditransformasikan untuk memperoleh suatu hasil. Produksi juga dapat diartikan sebagai kegiatan untuk menciptakan atau menambah kegunaan barang atau jasa (Assauri, 2004). Dengan demikian produksi dapat diartikan sebagai suatu cara, metode ataupun teknik untuk menciptakan atau menambah kegunaan barang atau jasa menggunakan sumber-sumber yang ada. Menurut Putri (2016) kegiatan produksi dalam sebuah perusahaan merupakan kegiatan inti yang spesifik serta berbeda dengan bidang fungsional lainnya seperti keuangan, personalia dan lain-lain. Sistem produksi modern melakukan transformasi input bahan mentah menjadi output sebuah produk yang memiliki nilai tambah dan dapat dijual ke pasar dengan harga yang kompetitif.

Ginting (2007) mendefinisikan sistem produksi sebagai kumpulan dari sub sistem yang saling berinteraksi dengan tujuan mentransformasikan input produksi menjadi output produksi. Input produksi yang dimaksud disini dapat berupa bahan baku, mesin, tenaga kerja, modal dan informasi. Sedangkan output produksi adalah produk yang dihasilkan termasuk dengan hasil sampingannya, seperti limbah, informasi, dan sebagainya, Sub sistem dari sistem produksi tersebut antara lain adalah perencanaan dan pengendalian produksi, pengendalian kualitas, penentuan standar-standar operasi, penentuan fasilitas produksi, perawatan fasilitas produksi serta penentuan harga pokok produksi.

2.1.2 Supply Chain

Supply Chain merupakan jaringan fisik yang terdiri dari perusahaan-perusahaan yang bersama-sama bekerja untuk memproduksi dan menghantarkan suatu produk ke tangan pengguna akhir. Jaringan perusahaan tersebut terdiri atas *supplier*, pabrik, distributor, toko, dan ritel, serta perusahaan pendukung seperti perusahaan logistik (Pujawan, 2005). Tujuan dari *supply chain* adalah memperpendek rantai fisik *supply chain*, untuk membangun *service* serta menurunkan waktu dan biaya untuk mendapatkan produk pelanggan akhir dalam jumlah besar ke *market* di seluruh dunia (Kulkarni & Sharma, 2009).

Pada *supply chain* terdapat tiga macam aliran yang dikelola, *pertama* adalah aliran barang yang mengalir dari hulu (*upstream*) ke hilir (*downstream*), contohnya adalah bahan baku dari *supplier* yang dikirim ke pabrik untuk diproduksi. Setelah selesai diproduksi, produk dikirim ke distributor lalu ke pengecer atau ritel baru kemudian sampai ke tangan pengguna akhir. Aliran yang *kedua* adalah aliran uang dan sejenisnya mengalir dari hilir ke hulu. Aliran yang *ketiga* adalah aliran informasi yang bisa terjadi dari hulu ke hilir ataupun sebaliknya. Informasi ini dapat berupa informasi ketersediaan kapasitas produksi ataupun status pengiriman barang (Pujawan, 2005).

2.1.3 Supply Chain Management

Supply Chain Management atau SCM adalah metode atau pendekatan untuk mengelola aliran produk, informasi, dan uang secara terintegrasi yang melibatkan pihak-pihak, mulai dari hulu ke hilir yang terdiri dari *supplier*, pabrik, pelaku kegiatan distribusi maupun jasa-jasa logistik. Aktivitas dalam SCM mencakup pengembangan produk, pengadaan material dan komponen, perencanaan produksi dan pengendalian persediaan, produksi, distribusi/transportasi, dan penanganan pengembalian produk (retur) (Pujawan & ER, 2010).

Sehingga yang membedakan antara *supply chain* dan *supply chain management* adalah *supply chain* merupakan jaringan fisik yang terdiri dari perusahaan-perusahaan yang terlibat dalam memasok bahan baku, melakukan proses produksi barang, lalu mengirimkannya ke pengguna akhir. Sedangkan *supply chain management* adalah metode, alat, atau pendekatan pengelolaannya, *supply chain management* tidak hanya

berorientasi pada urusan internal sebuah perusahaan akan tetapi juga urusan eksternal mencakup hubungan dengan perusahaan-perusahaan partner (Pujawan, 2005)

Fungsi utama *supply chain* menurut Pujawan (2005) dalam perusahaan manufaktur dibagi menjadi lima bagian utama yaitu sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Fungsi Utama Supply Chain dalam Manufaktur

Bagian	Cakupan Kegiatan
Pengembangan produk	Melakukan riset pasar, membuat rancangan produk baru, melibatkan pemasok dalam perancangan produk baru.
Pengadaan	Melakukan proses pemilihan pemasok, melakukan evaluasi kinerja pemasok, melakukan pembelian bahan baku, melakukan pengawasan <i>supply risk</i> , melakukan pengelolaan hubungan dengan pemasok.
Perencanaan & Pengendalian	Melakukan <i>demand planning</i> , peramalan permintaan, perencanaan kapasitas, perencanaan produksi dan pengelolaan persediaan.
Operasi/Produksi	Eksekusi produksi serta pengendalian kualitas.
Pengiriman/Distribusi	Perencanaan jaringan distribusi, penjadwalan pengiriman, mencari serta memelihara hubungan dengan perusahaan jasa pengiriman. Melakukan pengawasan pada setiap <i>service level</i> di pusat distribusi.

2.1.4 Persediaan (*Inventory*)

Persediaan adalah barang-barang yang disimpan untuk digunakan atau dijual pada masa atau periode yang akan datang (Ristono, 2008). Menurut Zulfikarijah (2005) persediaan merupakan sumberdaya yang disimpan yang dapat digunakan untuk memuaskan kebutuhan sekarang dan yang akan datang. Persediaan merupakan hal yang krusial dalam manajemen operasional perusahaan, di satu sisi perusahaan selalu berusaha mengurangi biaya dengan mengurangi tingkat persediaan yang ada (*on-hand*) sementara itu pelanggan menjadi tidak puas apabila jumlah persediaan mengalami kehabisan (*stockout*). Oleh sebab itu menurut Ristono (2008) pengendalian persediaan perlu diperhatikan dimana persediaan yang ada harus seimbang dengan kebutuhan, sehingga biaya dapat ditekan seminimal mungkin.

Persediaan pada perusahaan seringkali disamakan sebagai produk akhir siap jual, namun dalam industri manufaktur persediaan bukan hanya produk akhir saja. Oleh karena itu persediaan pada industri manufaktur secara umum dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Zulfikarijah, 2005):

1. Persediaan bahan baku dan pembantu (*raw material*) adalah barang yang akan digunakan dalam proses produksi, contohnya tepung pada perusahaan roti, karet pada perusahaan ban dan lain-lain.
2. Persediaan barang setengah jadi (*semi-finished goods*) atau persediaan barang dalam proses, merupakan persediaan yang telah mengalami proses produksi akan tetapi masih diperlukan proses lain untuk menghasilkan produk jadi, contohnya adonan roti yang siap dipanggang pada perusahaan roti.
3. Persediaan barang jadi (*finished goods*) merupakan persediaan barang yang telah melalui proses akhir dan siap dijual ke konsumen, contohnya roti yang telah dikemas.

2.1.5 Fungsi Persediaan

Ginting (2007) mendefinisikan fungsi utama persediaan adalah sebagai penyangga, penghubung antar proses produksi dan distribusi untuk memperoleh efisiensi. Fungsi lainnya adalah sebagai penyeimbang harga terhadap fluktuasi permintaan. Secara lebih spesifik, persediaan dapat dikategorikan sebagai berikut:

1. Persediaan dalam *Lot Size*

Persediaan timbul karena adanya persyaratan ekonomi untuk penyediaan kembali, lebih ekonomis untuk melakukan penyediaan jumlah lot yang besar atau dengan kecepatan yang sedikit lebih cepat daripada permintaan. Penentuan kebutuhan ekonomi meliputi biaya setup, biaya persiapan produksi atau pembelian dan biaya transportasi.

2. Persediaan Cadangan

Pengendalian persediaan muncul karena adanya ketidakpastian. Peramalan permintaan pembeli biasanya disertai dengan kesalahan peramalan. *Lead time* dapat terjadi lebih dalam dari yang diperkirakan. Jumlah produksi yang ditolak hanya dapat diprediksi dalam proses. Persediaan cadangan melindungi dari kegagalan memenuhi permintaan pembeli atau memenuhi kebutuhan manufaktur tepat pada waktunya.

3. Persediaan Antisipasi

Persediaan dapat timbul untuk mengantisipasi penurunan persediaan (*supply*) dan peningkatan permintaan (*demand*) maupun fluktuasi harga. Untuk menjaga kesinambungan pengiriman produk ke pembeli, perusahaan dapat menjaga persediaan apabila terjadi libur kerja atau antisipasi adanya mogok kerja.

4. Persediaan *Pipeline*

Sistem persediaan dapat diibaratkan sebagai kumpulan tempat (*stock point*) dengan aliran antar tempat persediaan tersebut. Pengendalian persediaan terdiri dari pengendalian aliran persediaan dan jumlah persediaan yang akan terakumulasi pada titik-titik persediaan. Jika aliran melibatkan perubahan pada produk fisik, seperti perlakuan panas atau beberapa komponen, persediaan dalam aliran adalah persediaan barang setengah jadi (*work in process*). Apabila suatu produk tidak dapat diubah secara fisik namun dipindahkan dari satu tempat penyimpanan ke tempat lain, persediaan tersebut disebut persediaan transportasi. Jumlah dari persediaan setengah jadi dan persediaan transportasi disebut persediaan *pipeline*

5. Persediaan Lebih

Persediaan lebih merupakan persediaan yang tidak dapat digunakan karena kelebihan atau adanya kerusakan fisik.

Tujuan pengelolaan persediaan adalah untuk menyediakan jumlah material yang tepat, *lead time* yang tepat serta biaya yang rendah. Biaya persediaan merupakan keseluruhan biaya operasi atas sistem persediaan (Yamit, 1999). Adapun yang termasuk ke dalam biaya persediaan menurut Ginting (2007) adalah sebagai berikut

1. Biaya Pembelian atau *Purchase Cost* dari suatu item adalah harga pembelian setiap unit item jika item tersebut berasal dari sumber-sumber eksternal, lalu biaya produksi per unit apabila item tersebut berasal dari internal perusahaan atau diproduksi sendiri. Dalam kebanyakan teori persediaan, komponen biaya pembelian tidak dimasukkan ke dalam total biaya pembelian untuk periode tertentu dan hal tersebut tidak mempengaruhi jawaban optimal tentang berapa banyak barang yang harus dipesan.
2. Biaya Pengadaan atau *Procurement Cost*, biaya pengadaan dapat dibedakan menjadi 2 jenis sesuai dengan asal barang yaitu biaya pemesanan (*ordering cost*) apabila barang didapatkan dari *supplier* dan biaya pembuatan (*setup cost*) apabila barang diperoleh dari hasil produksi sendiri.
3. Biaya Penyimpanan atau *Carrying/Holding Cost*, yaitu biaya yang timbul akibat disimpannya suatu item. Biaya penyimpanan terdiri atas biaya-biaya yang bervariasi secara langsung dengan kuantitas persediaan.
4. Biaya Kekurangan Persediaan atau *Stockout/Shortage Cost*, yaitu biaya yang timbul apabila persediaan tidak mencukupi permintaan produk atau kebutuhan barang. Biaya ini merupakan biaya yang paling sulit diperkirakan. Salah satu contoh keadaan yang menyebabkan timbulnya *stockout cost* yaitu kehilangan penjualan (*Lost Sales*); yaitu ketika perusahaan tidak mampu memenuhi suatu pesanan, maka ada nilai penjualan yang hilang bagi perusahaan. Akibat dari *Lost Sales* adalah pelanggan merasa kecewa sehingga berpindah ke pesaing lainnya.

2.1.6 Metode Pengendalian Persediaan

Menurut Ginting (2007) secara kronologis metode pengendalian persediaan dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Metode Pengendalian Secara Statistik (*Statistical Inventory Control*)

Metode ini memecahkan permasalahan kuantitatif pada sistem persediaan menggunakan keilmuan matematika dan statistik sebagai alat bantu utama. Metode ini pada dasarnya berusaha menentukan jumlah optimal dari:

- a. Jumlah ukuran pemesanan dinamis (EOQ)
- b. Titik pemesanan kembali (*Reorder point*)
- c. Jumlah cadangan persediaan pengaman (*safety stock*) yang diperlukan.

Dalam pengendalian secara statistik biasanya digunakan untuk permintaan yang bersifat bebas (*dependent*) dan dikelola tidak saling bergantung. Metode ini kemudian memunculkan pengembangan formula pada persediaan yang bersifat probabilistik yaitu:

- a. Metode P, yaitu menganut aturan bahwa saat pemesanan bersifat reguler mengikuti periode yang bersifat tetap (mingguan, bulanan, dsb) dengan kuantitas pemesanan yang berulang-ulang.
- b. Metode Q, yaitu menganut aturan bahwa kuantitas pemesanan selalu tetap untuk setiap kali pesan sehingga periode pemesanan dilakukan secara bervariasi. Pemesanan dilakukan apabila jumlah persediaan yang dimiliki telah mencapai titik pemesanan kembali (*reorder point*). Dalam mencari nilai pemesanan Q optimal dan *reorder point* (r), model Q memiliki fungsi tujuan dari model (Q,r) adalah meminimasi biaya total persediaan (Tc).

2. Metode Perencanaan Kebutuhan Material (MRP)

Metode pengendalian tradisional seperti pengendalian secara statistik tidak efektif digunakan untuk permintaan yang bersifat *independent*. Permintaan *independent* adalah permintaan yang tergantung pada kebutuhan suatu komponen/material dengan komponen/material lainnya. Oleh karena itu dikembangkan metode MRP yang bersifat *oriented* yaitu persediaan dikendalikan dengan serangkaian prosedur, aturan-aturan keputusan dan mekanisme pencatatan yang dirancang untuk menjabarkan JIP (Jadwal Induk Produksi).

3. Metode Persediaan *Just in Time* (JIT)

Metode JIT dikembangkan oleh sistem produksi Toyota Motor Co. Produksi JIT berarti produksi massal dalam jumlah yang kecil, tersedia untuk segera digunakan. Dalam sistem ini jenis dan jumlah unit yang digunakan oleh proses berikutnya, diambil dari proses sebelumnya, pada saat diperlukan.

2.1.7 Model EOQ (*Economic Order Quantity*)

Pada tahun 1915 FW. Harris mengembangkan rumus yang cukup terkenal yaitu *Economic Order Quantity* (EOQ), rumus ini banyak digunakan di perusahaan-perusahaan atas usaha yang dilakukan seorang konsultan bernama Wilson. Oleh karena itu rumus ini sering disebut dengan EOQ Wilson (Zulfikarijah, 2005). Model EOQ merupakan teknik penentuan persediaan yang tertua untuk persediaan yang bersifat deterministik dan *independent*, meskipun demikian EOQ mengalami perkembangan dengan banyak variasi.

Model EOQ seringkali digunakan suatu perusahaan dengan tujuan untuk meminimumkan total biaya dari biaya pemesanan dan biaya simpan dengan menentukan ukuran lot pemesanan ekonomis. Model EOQ merupakan model inventori yang paling dasar dengan beberapa asumsi sebagai berikut:

1. Permintaan produk diketahui secara pasti (D) dan datang secara kontinu sepanjang waktu dengan kecepatan yang konstan.
2. Ukuran lot pemesanan (Q) tetap untuk setiap kali pemesanan.
3. *Lead time* konstan dan diketahui dengan baik. Produk yang dipesan datang secara serentak pada saat pemesanan dilakukan.
4. Harga produk yang dipesan (C) sama untuk semua ukuran pemesanan (tidak ada diskon)
5. Biaya pesan tetap untuk setiap pemesanan (A) dan biaya simpan (h) sebanding dengan jumlah produk yang disimpan dan harga produk per unit serta lama waktu penyimpanan.

Dalam Gilang (2007) model EOQ mempertimbangkan dua macam biaya yaitu:

1. Biaya penyimpanan

Biaya penyimpanan pertahun merupakan perkalian antara rata-rata persediaan pertahun dengan biaya simpan perunit pertahun. Rata-rata persediaan pertahun adalah $= \frac{Q}{2}$ dan biaya simpan perunit adalah h , maka:

$$\text{Total biaya penyimpanan pertahun} = \frac{hQ}{2}$$

2. Biaya pemesanan dan pembelian

Biaya pembelian pertahun merupakan total harga yang dikeluarkan untuk membeli suatu barang, yaitu perkalian antara harga barang perunit (C) dengan banyaknya barang yang dibeli sepanjang tahun yaitu sebesar *demand* (D).

Total biaya pembelian pertahun = DC

Sedangkan total biaya pemesanan pertahun merupakan perkalian antara biaya per pemesanan (A) dikalikan banyaknya pemesanan dalam satu tahun $\frac{D}{Q}$ dimana D adalah banyaknya kebutuhan dalam satu tahun.

Total biaya pemesanan pertahun = $\frac{AD}{Q}$

Sehingga Total Biaya per Tahun (TC) = biaya pembelian per tahun + biaya pemesanan per tahun + biaya penyimpanan per tahun

$$TC = DC + \frac{AD}{Q} + \frac{hQ}{2} \quad ..(2.1)$$

Jumlah pesanan optimal dihitung secara matematis dengan melakukan diferensiasi terhadap Q sama dengan nol yaitu sebagai berikut:

$$\frac{dTC(Q)}{d(Q)} = 0$$

$$\frac{dTC(Q)}{d(Q)} = -\frac{AD}{Q^2} + \frac{h}{2} = 0$$

$$\frac{h}{2} - \frac{AD}{Q^2}$$

$$Q^2 = \frac{2AD}{h}$$

Dari turunan pertama persamaan total biaya terhadap Q akan diperoleh rumusan ukuran pemesanan (lot) yang optimal (Q^*) yaitu:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \quad ..(2.2)$$

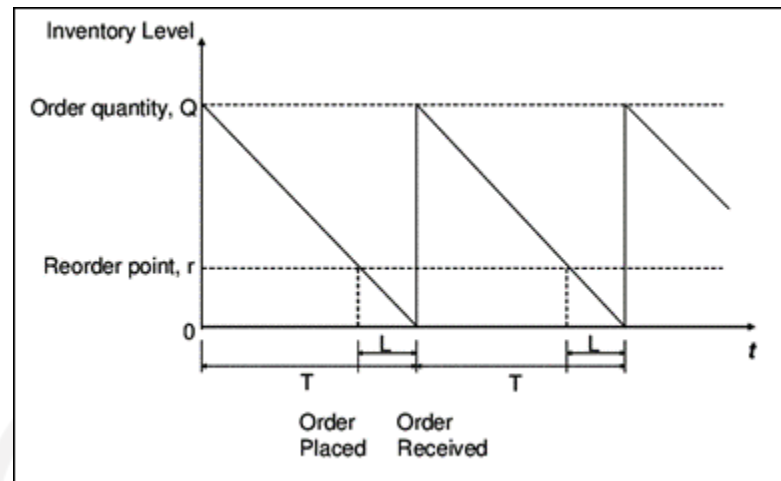
dimana:

D = tingkat permintaan, unit per tahun

A = biaya per pemesanan

h = biaya penyimpanan perunit pertahun

Q^* = ukuran lot ekonomis



Gambar 2. 1 Model EOQ

2.1.8 Model EPQ (*Economic Production Quantity*)

EPQ dirumuskan dengan mencari total biaya dengan parameter berupa biaya simpan, biaya *setup*. Model EPQ digunakan untuk mempertimbangkan jumlah produksi dan jumlah permintaan terhadap hasil produksi. Tujuan dari model EPQ adalah untuk menentukan banyaknya jumlah produksi dengan meminimasi biaya persediaan. Dalam model EPQ jumlah produksi dalam waktu t_0 harus memenuhi permintaan D , sehingga dapat dinotasikan sebagai berikut:

$$Q = Dt \quad \dots(2.3)$$

Produksi dimulai pada saat t_0 dan selesai pada saat t_p . Selama t_p hingga t_1 tidak terjadi produksi, permintaan selama rentang waktu tersebut dipenuhi dengan persediaan yang ada. Saat persediaan habis (t_1), dimulai produksi untuk lot berikutnya. Selama waktu t_p persediaan meningkat dengan laju $P-D$, dimana $P > D$. Persediaan meningkat dengan laju $P-D$, saat permintaan dipenuhi saat produksi sedang berlangsung. Namun, saat produk dikirimkan setelah seluruh proses produksi selesai, maka peningkatan laju produksi sebesar P . Persediaan akan mencapai titik maksimum pada saat produksi dihentikan yaitu sebesar $(P-D) t_p$ dan $t_p = \frac{Q}{P}$ dengan rata-rata persediaan selama satu siklus produksi adalah sebesar $\frac{Q(P-D)}{2P}$.

Total biaya persediaan tahunan model EPQ dirumuskan sebagai berikut:

Biaya total persediaan = Setup Cost + Holding Cost (Biaya simpan)

$$TC = \frac{SD}{Q} + h \left(1 - \frac{D}{P}\right) \frac{Q}{2} \quad \dots(2.4)$$

Dimana:

D = total permintaan unit per tahun

S = biaya *setup*

P = tingkat produksi per tahun

h = biaya simpan per unit per tahun

Q = ukuran lot produksi dalam unit

Ukuran lot optimal (Q) diperoleh dari turunan pertama dari persamaan terhadap Q sama dengan nol yaitu:

$$\frac{dTC(Q)}{d(Q)} = 0$$

$$\frac{dTC(Q)}{d(Q)} = -\frac{SD}{Q^2} + h\left(1 - \frac{D}{P}\right)\frac{1}{2} = 0$$

$$\frac{SD}{Q^2} = h\left(1 - \frac{D}{P}\right)\frac{1}{2}$$

$$Q^2 h\left(1 - \frac{D}{P}\right) = 2SD$$

Dari turunan pertama persamaan total biaya terhadap Q akan diperoleh rumusan ukuran produksi yang optimal (Q^*) yaitu:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2SD}{h\left(1 - \frac{D}{P}\right)}} \quad \dots(2.5)$$

Asumsi-asumsi yang menjadi dasar pada model EPQ antara lain:

1. Laju permintaan dan produksi diketahui secara konstan, dan kontinyu.
2. Struktur biaya tetap yaitu biaya pesan (*setup*) dan biaya simpan (*holding cost*).
3. Tidak ada *stockout*.
4. Produksi dapat memenuhi kapasitas.
5. Komponen merupakan produk tunggal yang tidak dipengaruhi komponen lain.

2.1.9 Ukuran Pemesanan (*Lot Size*)

Lot size merupakan kuantitas pesanan dari item yang memberitahukan MRP berapa banyak kuantitas yang harus dipesan serta teknik *lot size* apa yang dipakai. Terdapat dua pendekatan dalam menyelesaikan masalah *lot sizing*, yaitu pendekatan

period by period dan *level by level*. Teknik *lot sizing* menggunakan *period by period* yang ada sekarang adalah pendekatan koefisien (*coefficient approach*). Pendekatan koefisien ini mempunyai kinerja yang lebih baik daripada teknik-teknik *lot sizing* yang menggunakan pendekatan *level by level*. Sedangkan teknik *lot sizing* menggunakan *level by level* yang diterapkan pada MRP antara lain *Fixed Order Quantity*, *Economic Order Quantity*, *Period Order Quantity*, *Lot for Lot*, dan lain lain.

2.1.10 Model Ukuran Lot Ekonomis Gabungan (*Joint Economic Lot Size*)

Model EOQ dan EPQ merupakan pengelolaan inventori secara klasik yang dilakukan secara independen. Ukuran lot pemesanan yang dilakukan oleh pembeli hanya berdasarkan pertimbangan dari pembeli untuk meminimasi total biaya pembeli tanpa menghitung total biaya yang ditanggung oleh pemasok dalam memenuhi permintaan pembeli. Sedangkan kondisi yang terjadi di situasi *real* tidak selalu seperti itu, dalam satu waktu bisa saja pemasok lebih memegang kendali dari pembeli dengan membuat keputusan mengenai seberapa banyak lot yang harus dikirim. Penelitian awal mengenai model integrasi *single-vendor* dan *single-buyer* pertama kali dikembangkan oleh Goyal (1977) penelitian ini mengembangkan model integrasi untuk *single vendor single buyer* dengan permintaan yang konstan. Tujuannya adalah untuk mengetahui optimasi biaya yang terjadi apabila *supplier* dan *customer* memutuskan untuk menentukan ukuran persediaan yang paling optimal secara bersama-sama.

Di dalam Siajadi et al. (2006) disebutkan bahwa istilah *Joint Economic Lot Size* dikembangkan oleh (Banerjee, 1986) yang mengasumsikan bahwa *vendor* memproduksi berdasarkan lot-per-lot sebagai respon untuk memenuhi pesanan dari satu pembeli. Permintaan diasumsikan deterministik dan *vendor* sebagai pemasok tunggal. Gagasan dari konsep ini bahwa *vendor* dan pembeli adalah mitra di dalam *value chain* dalam produksi dan pengiriman produk yang berkualitas tinggi kepada pelanggan. Berdasarkan hasil model ini, Banerjee menyimpulkan bahwa penentuan ukuran lot ekonomi secara bersama-sama untuk kedua belah pihak dapat mengurangi total biaya gabungan secara substantial, menghasilkan *win-win solution*. Penelitian mengenai JELS kemudian dilanjutkan kembali oleh (Goyal, 1988) dengan judul "*A Joint Economic Lot-Size Model for Purchaser and Vendor: A Comment*" dimana ia memeriksa model biaya relevan total gabungan untuk sistem persediaan produksi *single vendor-single buyer*.

Model yang dikembangkan Goyal (1988) menghasilkan total biaya gabungan yang lebih optimal dibandingkan dengan model JELS milik Banerjee. Menurut Sodikin & Mudiarti (2008) model *Joint Economic Lot Size* atau JELS adalah dimana dua pihak atau lebih pada struktur *supply chain* dalam hal ini produsen dan pembeli melakukan koordinasi dalam menentukan ukuran lot yang jumlah keseluruhan merupakan jumlah optimal yang menguntungkan bagi kedua belah pihak.

2.1.11 Model *Transshipment*

Model transportasi standar mengasumsikan bahwa rute langsung antara sebuah sumber dan sebuah tujuan adalah rute dengan biaya yang paling minimum. Model *transshipment* adalah salah satu prosedur alternatif dari penggunaan model transportasi biaya, dalam model *transshipment* produk yang akan dipasarkan tidak langsung diterima oleh tujuan akhir namun melewati sumber lain (pihak ketiga) sebelum akhirnya mencapai tujuan akhir (Taha, 1997). Istilah yang tepat dalam penelitian ini adalah *reactive lateral transshipment*, *lateral transshipment* merupakan keadaan dimana produk dikirimkan dalam eselon yang sama, sementara *reactive lateral transshipment* merupakan kondisi untuk merespon keadaan dimana satu titik penyimpanan mengalami kehabisan persediaan atau stok dimana titik penyimpanan lain memiliki stok. Metode ini memperbolehkan *retailer* dengan permintaan berskala kecil untuk meminta barang *emergency* kepada *retailer* lainnya (Paterson et al., 2011). Dalam penelitian ini konsep *transshipment* adalah keadaan dimana produk batik yang diproduksi oleh pemasok tidak langsung dikirimkan pada pelanggan akhir tetapi dijual kepada pembeli yang bersifat sebagai *retailer*. Pembeli merupakan *multi buyer* yang terdiri dari 5 pembeli berbeda, selain melakukan pemesanan produk batik ke pemasok sebagai *sole supplier*. Pembeli juga dapat saling menjual dan membeli persediaan produk batik di gudang masing-masing kepada *buyer* lainnya.

2.1.12 Optimasi Algoritma *Evolutionary*

Metode optimasi menggunakan algoritma *evolutionary* merupakan suatu metode yang tersedia di dalam *solve Microsoft Excel* yang dapat digunakan untuk mencari solusi optimal suatu model. Algoritma *Evolutionary* didasarkan oleh filosofi evolusi

mahluk hidup. Keunggulan algoritma *evolutionary* menurut Hillier & Lieberman (2015) dalam (Yulianto et al., 2020) dibandingkan dengan algoritma lainnya yaitu sebagai berikut:

1. Algoritma tidak dipengaruhi oleh kompleksitas fungsi objektif, selama fungsi tersebut dapat dievaluasi pada permasalahan uji coba yang diberikan.
2. Algoritma juga secara substansial tidak dipengaruhi oleh kompleksitas dari kendala-kendala yang ada.
3. *Solver evolutionary* sendiri tidak terjebak pada lokal optimum suatu hasil dan akan terus bekerja secara random untuk mencari hasil yang lebih optimal lagi. Algoritma ini juga dapat menemukan hasil global optimum dalam prosesnya jika dijalankan secara terus menerus, oleh karena itu metode ini sangat cocok digunakan untuk permasalahan yang cenderung kecil.

2.2 Kajian Induktif

Penelitian dengan judul “*Integrated Production-Inventory and Pricing Decisions for a Single-Manufacturer Multi-Retailer System of Deteriorating Items Under JIT Delivery Policy*” dilakukan oleh Chen & Sarker (2017) memiliki tujuan untuk memaksimalkan jumlah keuntungan dari sistem *supply chain* yang ada. Penelitian ini mengkaji mengenai permasalahan optimisasi gabungan antara persediaan dan produksi serta keputusan pemberian harga pada retailer. Model dalam penelitian ini menggunakan model MINLP (*mixed-integer non-linear programming*) yang kompleks dan pengiriman JIT dengan melibatkan *supply chain* 2 tingkat yaitu produsen tunggal dan multi *retailer*. Komponen biaya yang dipertimbangkan seperti biaya produksi, biaya penyimpanan, biaya kerusakan, biaya transportasi, dan *service level*. Hasil dari penelitian ini diketahui bahwa tingkat kecacatan produk yang meningkat dapat mengurangi keuntungan total namun berdampak berbeda pada *retailer* dan produsen. Dampak yang dialami *retailer* termasuk di dalamnya penurunan tren pada interval pemesanan optimal, jumlah order dan pada produsen justru terjadi optimasi *cycle time* produksi, waktu produksi, dan waktu *downtime*.

Penelitian yang dilakukan oleh Darmawan & Widodo (2017) dengan judul “Pengembangan Aplikasi Manajemen Total Biaya Gabungan dan Jumlah Lot Produksi Antara Produsen dan Konsumen Menggunakan Model *Joint Economic Lot Size* (JELS)

Pada Industri Mikro Kecil dan Menengah (UMKM)” bertujuan untuk mencari nilai optimal dari jumlah produksi oleh produsen dan jumlah pembelian oleh konsumen, nilai optimal ini dapat mengurangi biaya penyimpanan di dalam gudang, biaya distribusi, maupun biaya pemesanan serta melakukan pengembangan aplikasi yang memudahkan perhitungan jumlah persediaan untuk produsen. Dalam melakukan perhitungan efisiensi biaya produksi dan biaya penyimpanan digunakan model JELS, subjek pada penelitian ini adalah UMKM yang memproduksi olahan makanan berupa bakpia. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah model JELS dapat menghitung jumlah persediaan barang yang ideal sehingga memaksimalkan keuntungan antara produsen dan konsumen.

Islam & Hoque (2017) melakukan penelitian mengenai model JELS dengan judul “*A Joint Economic Lot Size Model for a Supplier-Manufactures-Retailer Supply Chain of an Agricultural Product*”. Model ini membahas mengenai *supply chain* 3 tingkat yang terdiri dari *supplier* musiman-pemanufaktur-*multi retailer*. Subjek dalam penelitian ini adalah produk agrikultur pertanian dengan pola permintaan deterministik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari jumlah pengiriman dan ukuran pengiriman dalam siklus dari *supplier* ke penerima untuk meminimasi total biaya pemesanan, biaya setup, biaya pengiriman dan biaya penyimpanan. Model JELS dalam penelitian ini diselesaikan melalui metode optimasi aljabar dan diferensiasi yang dikembangkan oleh beberapa peneliti lain. Hasil penelitian ini mengembangkan algoritma untuk mencari jumlah integer dari pengiriman ke manufaktur serta retailer dengan tujuan untuk meminimasi total biaya, hasil analisis sensitivitas juga menunjukkan bahwa algoritma dapat mengontrol frekuensi pengiriman dengan biaya extra.

Penelitian dengan judul “Pengendalian Biaya Persediaan Terintegrasi Antara *Supplier* dan *Buyer* Dengan Menggunakan Metode JELS (*Joint Economic Lot Size*) (Studi Kasus: Gudang Distributor CV. Berkah Mulia)” yang dilakukan oleh Patiapon & Hutabarat (2017). Penelitian ini bertujuan untuk melakukan integrasi antara pemasok dan pembeli dalam pengendalian persediaan. Permintaan dalam penelitian ini diasumsikan sebagai permintaan konstan atau deterministik. Metode yang diusulkan dalam penelitian ini adalah menggunakan EOQ untuk melakukan perhitungan biaya pengendalian persediaan yang sudah dilakukan, JELS digunakan untuk perhitungan biaya persediaan yang terintegrasi. Hasil dari penelitian ini disebutkan bahwa

penghematan yang diperoleh menggunakan metode JELS adalah sebesar 47,56% dibandingkan dengan keadaan sebelumnya.

Jauhari et al. (2017) dalam penelitian berjudul “*A Fuzzy Periodic Review Integrated Inventory Model Involving Stochastic Demand, Imperfect Production Process and Inspection Errors*” melakukan penelitian dengan tujuan untuk meminimasi jumlah pengiriman dari *vendor* ke *buyer*, periode *review* pembeli dan tingkat produksi pemasok sehingga total ekspektasi biaya gabungan tahunan yang terjadi menjadi minimum. Penelitian ini menggunakan *fuzzy* dengan parameter berupa permintaan tahunan dengan metode *periodic review* dan permintaan stokastik.

Penelitian dengan judul “*A Multiple Items EPQ/EOQ Model for a Vendor and Multiple Buyers System with Considering Continuous and Discrete Demand Simultaneously*” yang dilakukan oleh (Jonrinaldi et al., 2018) membangun model untuk meminimasi total biaya produksi dan total biaya penyimpanan dari sistem termasuk biaya transportasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari ukuran lot produksi optimal dan jumlah pengiriman untuk multi-item. Model matematis dibangun untuk mengilustrasikan sistem berdasarkan dari EPQ dan EOQ, langkah penyelesaian solusi adalah membandingkan antara MINLP atau *Mixed Integer Non-Linear Programming* dan metode algoritma. Penelitian ini dilakukan pada subjek pemasok tunggal dan multi pembeli dengan permintaan kontinu dan diskrit. Hasil penelitian ini diketahui bahwa metode algoritma akan menjadi lebih rumit dilakukan dibandingkan MINLP apabila pembeli dalam jumlah besar.

Penelitian yang dilakukan oleh Wangsa & Wee (2018) dengan judul “*An Integrated Vendor-Buyer Inventory Model with Transportation Cost and Stochastic Demand*” memiliki tujuan untuk meminimasi total biaya gabungan apabila pilihan metode pengiriman terbatas pada *truckload* dan *less-than-truckload*. Tingkat *supply chain* pada penelitian ini adalah model integrasi antara *single vendor* dan *single buyer* dengan permintaan stokastik dan mempertimbangkan biaya transportasi. Model yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan persediaan dalam penelitian ini adalah JELS dengan hasil bahwa total biaya gabungan optimal dengan secara simultan juga mengoptimalkan jumlah pemesanan, jumlah lot pengiriman dari *vendor* ke *Buyer* serta jumlah *safety stock*.

Rusindiyanto & Yustina (2018) melakukan penelitian berjudul “Analisis Perencanaan Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dengan Metode Gabungan

Economic Order Quantity (EOQ) dan *Just in Time (JIT)*”. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan perencanaan pengendalian persediaan bahan baku sehingga total biaya persediaan bahan baku dapat diminimasi. Objek dalam penelitian ini adalah badan usaha yang bergerak dalam pembuatan kerupuk. Pengolahan data dilakukan menggunakan metode gabungan EOQ dan JIT dimana membandingkan data antara dua kondisi dimana kondisi perusahaan dari segi kuantitas bahan baku dan total biaya persediaannya. Hasil dari penelitian ini adalah metode gabungan EOQ dan JIT memberikan hasil optimal dengan menentukan persediaan bahan baku yang optimal dan dapat meminimalkan biaya persediaan bahan baku.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Tyas & Anshori (2018) dengan judul “Penerapan Model *Joint Economic Lot Size* Pada PT. MPX antara Pemanufaktur dan Multi Pembeli dengan Permintaan Probabilistik” memiliki tujuan untuk mencari lot pengiriman dan biaya optimal untuk semua level pada industri pengelola coklat. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah JELS antara pemanufaktur tunggal dan multi pembeli dengan variable permintaan probabilistik. Berdasarkan hasil analisa data diketahui bahwa total biaya setelah menerapkan JELS lebih rendah dibandingkan ketika sebelum menerapkan JELS. Total biaya sebelum menerapkan JELS adalah Rp15.820.00 dan Rp33.320.000. sedangkan setelah menerapkan JELS total biaya berubah menjadi Rp530.000 dan Rp9.910.000.

Tiwari et al. (2018) melakukan penelitian dengan judul “*Joint Economic Lot Sizing Model with Stochastic Demand and Contrrollable Lead-Time by Reducing Ordering Cost and Setup Cost*” memiliki tujuan untuk meminimasi total biaya yang terintegrasi antara *supplier* dan konsumen dengan mengoptimasi ukuran lot pengiriman, *lead time*, biaya *setup* serta biaya pemesanan serta jumlah pengiriman per order secara simultan sementara *lead time* permintaan mengikuti distribusi normal ataupun distribusi bebas. Hasil dari penelitian ini diketahui apabila biaya *setup* dan biaya pemesanan dapat dikurangi secara efisien maka secara otomatis biaya total gabungan akan minimal.

Penelitian yang dilakukan oleh Yuniar et al. (2018) dengan judul “*Determination of Economic Lot Size between Suppliers and Manufacturers for Imperfect Production System with Probabilistic Demand*” yang bertujuan untuk membangun model lot ekonomis gabungan antara *supplier* dan produsen pada proses produksi dengan pola permintaan probabilistik dan *lead time* yang konstan. Variabel yang digunakan dalam model keputusan adalah *lot size* produsen, *lot size supplier* dan

reorder point produsen. Hasilnya didapatkan bahwa kebijakan inventori yang berdasarkan atas perhitungan model JELS lebih kecil dibandingkan dengan kebijakan inventori model yang tidak berdasarkan koordinasi pihak apapun. Ukuran *lot size* produsen yang didapatkan dari perhitungan JELS adalah sebesar 19.229,7 unit, sedangkan ukuran *lot size* produsen tanpa koordinasi antara dua pihak sebesar 23.547,127 unit. Hal ini juga berbanding lurus dengan total biaya yang didapatkan, untuk perhitungan model JELS yaitu sebesar Rp106.822.810,9/tahun, sedangkan model tanpa koordinasi pihak apapun memiliki total biaya sebesar Rp117.381.977/tahun. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan dilakukannya koordinasi antara *supplier* dan produsen menggunakan model JELS, dapat mengoptimalkan ukuran lot yang paling ekonomis serta menurunkan total biaya bagi kedua belah pihak.

Widodo & Santoso (2018) melakukan penelitian dengan judul “Pengelolaan Persediaan Pada PT. X Dengan Permintaan Stokastik dan Variabel *Lead Time*”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelesaikan permasalahan pengelolaan persediaan antara pemasok dan distributor, permasalahan yang dihadapi adalah setiap pelaku bisnis hanya berfokus pada sistem pengelolaan persediaan yang paling menguntungkan bagi dirinya sendiri. Hal ini tentunya akan menimbulkan permasalahan pada biaya produksi penentuan jumlah persediaan produk, waktu pengiriman dan lainnya, hal ini kemudian mempengaruhi jaringan *supply chain* yang ada. Objek dalam penelitian ini adalah PT. X yang merupakan suatu perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang *furniture* rotan sintetik. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah model *joint economic lot size* (JELS) dengan permintaan yang tidak menentu atau bersifat stokastik. Hasil dari penelitian ini adalah perusahaan berhasil melakukan penghematan berdasarkan hasil model JELS sebesar 0,15% per tahun.

Penelitian dengan judul “Aplikasi Model *Joint Economic Lot Size* (JELS) dan *Quantity Discount* dalam Kerjasama Penentuan Lot Pemesanan Antara Produsen dan Konsumen” yang dilakukan oleh Suseno & Al Faritsy (2018) menggunakan metode JELS untuk menentukan jumlah lot gabungan antara produsen dan beberapa agen pembeli. Penelitian ini mempertimbangkan mengenai *quantity discount* untuk mengurangi total biaya pembelian pada pihak agen sebagai dampak dari total biaya persediaan yang bertambah dari model JELS. Hasil penelitian diketahui total biaya persediaan dari perhitungan JELS sebesar Rp2.357.620,61 lebih kecil dari dua

perhitungan lainnya menggunakan *independent lot size* EOQ yaitu sebesar Rp3.632.870,41 dan *independent* perusahaan yaitu Rp10.383.836,63.

Penelitian yang dilakukan oleh Ritha & Poongodisathiya (2018) berjudul “A *Multiple-Buyer Single-Vendor in a Continuous Review Inventory Model with Ordering Cost Reduction Dependent on Lead Time*” menggunakan model *continuous review* untuk menentukan solusi optimal dari jumlah pemesanan, biaya pemesanan, *lead time* dan jumlah pengiriman antara *vendor* dan *buyer* pada siklus produksi. Penelitian ini berfokus pada satu pemasok dan *multi* pembeli dengan permintaan konstan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan total biaya gabungan dari sebesar 3886,87 USD menjadi 2318,1 USD.

Utama et al. (2019) dalam penelitian berjudul “Model Program Dinamis Untuk *Lot Size* Multi Item Dengan Kendala Kapasitas Gudang” bertujuan untuk melakukan minimasi total biaya persediaan dengan kendala kapasitas gudang. Penelitian ini menggunakan metode modifikasi menggunakan program dinamis, dengan subjek berupa satu pembeli dan satu *supplier* dengan permintaan yang bersifat deterministik. Hasil penelitian didapatkan bahwa model berhasil menunjukkan total biaya persediaan yang lebih optimal dibandingkan metode EOQ.

Penelitian yang dilakukan oleh Heryanto et al. (2019) dengan judul “Pengendalian Persediaan Produk Obat Herbal pada Permintaan Probabilistik Menggunakan *Joint Economic Lot Size*” menggunakan metode JELS untuk pemanufaktur dan distributor tunggal yang belum memiliki kebijakan pengendalian persediaan masing-masing dan belum ada koordinasi antar anggota *supply chain*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari jumlah lot produksi optimal manufaktur dan jumlah pemesanan distributor yang optimal sehingga total biaya persediaan bisa diminimalkan. Subjek pada penelitian ini adalah perusahaan manufaktur obat herbal dengan proses distribusi yang dilakukan oleh distributor tunggal. Pemanufaktur memiliki kebijakan untuk memproduksi produk secara massal setiap hari, sehingga terjadi penumpukan di gudang sebaliknya apabila permintaan dari distributor sedang tinggi maka terjadi kekurangan *stock*. Sedangkan kebijakan yang dilakukan oleh distributor adalah melakukan pemesanan setiap satu minggu sekali dengan jumlah pemesanan yang tidak pasti atau berubah-ubah sesuai dengan permintaan dari *retailer*. Hasil dari penelitian ini metode JELS memberikan penghematan sebesar 16,28% dari total biaya sebelum menerapkan JELS.

Penelitian berjudul “Perencanaan Persediaan Bahan Baku Untuk Rak Gantungan Baju di UD. WS.” yang dilakukan oleh Febrianto (2019) bertujuan untuk melakukan perencanaan pengendalian bahan baku untuk menekan biaya agar memperoleh keuntungan. Subjek di dalam penelitian ini adalah UD WS yang merupakan UKM manufaktur yang bergerak dalam bidang industri pembuatan rak gantungan baju. Dalam melakukan perencanaan pengadaan bahan baku, penelitian ini menggunakan metode awal yaitu *Material Requirement Planning* (MRP) untuk mengalokasikan kebutuhan persediaan, kemudian untuk perhitungan *lot sizing* digunakan beberapa alternatif metode EOQ, *lot for lot*, *Period Order Quantity*, *Part Period Balancing* dan *Wagner Whitin*. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa metode yang paling optimal dalam perhitungan *lot sizing* dengan biaya yang paling minimum adalah metode *lot for lot*.

Penelitian berjudul “*One Vendor and Multiple Retailers System in Vendor Managed Inventory Problem with Stochastic Demand*” yang dilakukan oleh Pramudyo & Luong (2019) bertujuan untuk menentukan ukuran lot pada tingkat *retailer*, ukuran lot pemasok, waktu siklus *retailer* serta jumlah pengiriman dengan tujuan meminimalkan biaya total sistem. Metode yang digunakan pengembangan model *Vendor Managed Inventory* (VMI) dengan optimisasi menggunakan algoritma genetika untuk menentukan solusi optimal untuk variabel keputusan. Permintaan dalam penelitian ini merupakan permintaan yang bersifat stokastik dimana permintaan tidak diketahui secara pasti. Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan bahwa *vendor* harus menaikkan jumlah lot size dan mengurangi frekuensi pemesanan ketika biaya pemesanan *vendor* meningkat. Kemudian ukuran pemesanan *vendor* dan jumlah penambahan stok harus dikurangi ketika biaya penyimpanan meningkat.

Penelitian berjudul “*An Integrated Single-Vendor Multi-Buyer Production Inventory Model with Transshipment Between Buyers*” yang dilakukan oleh Tarhini et al. (2020) bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan antara pemasok tunggal dan multi pembeli dengan menggunakan VMI-CS (*Vendor Managed Inventory-Consignment Stock*) dengan kemungkinan terjadinya *transshipment* antara pembeli. Penelitian ini mempertimbangkan *transshipment* sebagai salah satu cara untuk mengurangi total biaya gabungan antara pembeli dan *supplier* mereka. Permintaan pada penelitian merupakan permintaan deterministik. Hasil penelitian diketahui bahwa

adanya *transshipment* antar pembeli dapat memberikan pengurangan total biaya optimum.

Rahmatullah & Runtuk (2020) pada penelitian berjudul “Perencanaan Persediaan Suku Cadang Dengan Metode *Economic Order Quantity* (EOQ) *Single Order Multiple Product* di PT. ABCD” bertujuan untuk menerapkan manajemen persediaan yang optimal dengan melakukan klasifikasi *part* kritis menggunakan metode ABC kemudian dilakukan perhitungan mengenai biaya persediaan yang muncul apabila *part* kritis tersebut diprioritaskan untuk dipakai. Penelitian ini juga menentukan ukuran pemesanan optimal untuk *multi* produk menggunakan metode pengembangan EOQ dan POQ. Suku cadang diambil dari beberapa *supplier* yang berbeda. Hasil penelitian ini didapatkan penghematan biaya persediaan sebesar Rp18.213.458 dibandingkan dengan metode yang digunakan oleh perusahaan.

A. A. Nasution et al. (2020) melakukan penelitian dengan judul “*Determination of Joint Lot Size using the Supply Chain Approach with Vendor Managed Inventory (VMI) Method at PT. XYZ*” bertujuan untuk menentukan ukuran lot gabungan yang optimum serta memperbaiki sistem *supply chain* perusahaan. Subjek pada penelitian ini adalah perusahaan XYZ yang memproduksi produk makanan hewan yang terletak di kota Medan, Sumatera Utara. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah perhitungan JELS untuk menghitung ukuran lot gabungan optimum serta VMI (*vendor managed inventory*) untuk mengembangkan sistem *supply chain* perusahaan. Hasil dari penelitian ini adalah perhitungan JELS menunjukkan nilai total biaya optimal sebesar Rp4.548.249.599, dengan ukuran lot pengiriman sebanyak 8.692 *bags* dengan penjadwalan pengiriman untuk produk jadi kepada pembeli sebanyak 50 kali dengan frekuensi pemesanan *raw material* 13 kali. Penggunaan metode ini dapat menghemat biaya sebesar Rp1.239.128.918 dibandingkan dengan kondisi awal sebelum perhitungan JELS.

Gharaei et al. (2020) melakukan penelitian dengan judul “*Joint Economic Lot-sizing in Multi-product Multi-level Integrated Supply Chains: Generalized Benders Decomposition*” bertujuan untuk meminimasi total biaya penyimpanan, menentukan kebijakan ekonomi *lot-sizing* bersama serta menentukan panjang periode optimal. Dalam model ini yang dikaji adalah multi-produk dan mempertimbangkan mengenai pembelian bahan baku, struktur *supply chain* yang terdiri dari empat level yaitu *supplier*, produsen, *wholesaler* (grosir), dan *multi-retailer*. Model yang digunakan

adalah model JELS dengan pola permintaan yang ada merupakan permintaan deterministik. Hasil yang didapatkan adalah total biaya persediaan *supply chain* yang optimal, setiap level *supply chain* yang berinteraksi serta setuju dengan kebijakan periode yang sama.

Susanto et al. (2020) pada penelitian yang berjudul “Rancangan Sistem Persediaan Bahan Baku Menggunakan Model Persediaan *Stochastic Joint Replenishment*” bertujuan untuk melakukan pemesanan bahan baku ke pemasok secara bersama menggunakan metode *Joint Replenishment* sehingga ongkos total persediaan menjadi minimum. Permintaan dalam penelitian ini diasumsikan sebagai permintaan stokastik dengan bahan baku *multi-item*. Hasil dari perhitungan diketahui bahwa terjadi penurunan frekuensi pemesanan dari 13 kali menjadi 5 kali per tahun dan penghematan biaya persediaan sebesar 0,7%.

Penelitian yang dilakukan oleh Moch Anshori et al. (2021) dengan judul “*Joint Economic Lot Sizing at Two Level of Supply Chain in Food and Beverage Industry*” memiliki tujuan untuk mencari ukuran *lot size* pada *supply chain* 2 tingkat antara manufaktur dan distributor dengan tujuan mengurangi total biaya. Penelitian ini berfokus pada industri makanan dan minuman yang memiliki pasar sangat luas. Metode penelitian yang digunakan adalah model algoritma koordinasi menggunakan JELS. Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa dengan menggunakan mekanisme JELS, biaya penyimpanan dapat dikurangi hingga 60,81% pada manufaktur dan 21,03% pada seluruh level *supply chain*.

Nafisah et al. (2021) melakukan penelitian dengan judul “*Multi Item Inventory Policy with Time-Dependent Pricing and Rework Cost*” yang bertujuan untuk menentukan kebijakan yang tepat untuk melakukan pengendalian persediaan produk ayam beku untuk meminimasi biaya persediaan total. Penelitian ini mengambil objek di sebuah *supplier* produk ayam broiler yang mengambil produk langsung dari peternak ayam, produk yang dihasilkan adalah ayam yang sudah dibersihkan dan dipotong menjadi beberapa bagian serta dalam keadaan beku sebelum akhirnya dijual kepada konsumen. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah EPQ dengan asumsi permintaan yang probabilistik dengan biaya *rework*. Melalui model ini *supplier* dapat menentukan waktu yang tepat untuk melakukan pemesanan, jumlah pemesanan, dan *lead time* antar pemesanan serta jumlah optimal pemesanan sehingga total biaya persediaan menjadi optimal.

Sooran et al. (2022) melakukan penelitian yang berjudul “*A Joint Economics Lot-Size Model with Collaboration of Supply Chain Members*” bertujuan untuk mengetahui hasil dari model *joint economic lot size* dengan kemungkinan pembiayaan bersama antara pihak yang terlibat dalam rantai pasok, termasuk di dalamnya satu pemasok, satu pamanufaktur dan satu *retailer*. Permasalahan JELS dimodelkan secara matematis dengan beberapa skenario berbeda yaitu dengan mempertimbangkan interaksi finansial dan tidak mempertimbangkan interaksi finansial antar anggota *supply chain*. Penelitian ini mengkaji 3 level *supply chain* yaitu *supplier*, produsen serta *retailer*, dengan kebijakan pengiriman yang sama rata. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kolaborasi antar *supply chain* dalam bidang finansial terutama pemanfaatan pasar modal memberikan manfaat kepada seluruh level *supply chain*, analisis juga menunjukkan bahwa kebijakan finansial bersama juga mengatasi potensi ketidakpastian dari investasi. Disimpulkan bahwa selain aliran barang dan informasi, berbagi informasi aliran keuangan antar anggota *supply chain* juga berdampak pada peningkatan kinerja *supply chain*.

Pada penelitian yang berjudul “*Integrated Inventory Model for Single Vendor Single Buyer Considering the Level of Product Defects*” yang dilakukan oleh Rahmanto & Dahda (2022) bertujuan untuk mengusulkan model persediaan produsen tunggal pembeli tunggal dengan pertimbangan adanya produk cacat guna meminimalkan total biaya persediaan gabungan. Dalam penelitian ini permintaan diasumsikan terdistribusi secara normal sedangkan tingkat cacat bersifat stokastik. Model yang digunakan dalam penelitian adalah model JELS dengan algoritma iteratif untuk mendapatkan total biaya persediaan gabungan yang minimum dengan menentukan nilai optimal dari frekuensi pengiriman dan lama siklus. Penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase produk cacat dalam setiap pengiriman dari produsen kepada pembeli menyebabkan total biaya persediaan gabungan akan semakin menurun atau minimum, selain itu apabila produk cacat diasumsikan tetap maka total biaya persediaan gabungan juga semakin meningkat.

Malleeswaran & Uthayakumar (2022) melakukan penelitian dengan judul “*A Single-Manufacturer Multi-Retailer Sustainable Reworking Model for Green and Environmental Sensitive Demand Under Discrete Ordering Cost Reduction*”. Pada penelitian ini bertujuan untuk melakukan optimasi jumlah pengiriman, level investasi lingkungan, perhitungan lingkungan serta jumlah ukuran lot untuk produksi dan

produksi ulang. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah EPQ (*Economic Production Quantity*) untuk produsen tunggal dan multi-retailer, permintaan diasumsikan sebagai permintaan sensitif dependen. Hasil dari penelitian ini dijabarkan bahwa dengan mempertimbangkan faktor lingkungan seperti perhitungan kinerja lingkungan dari suatu produk dan jumlah pemesanan untuk proses *rework* dan produksi memberikan dampak positif dalam perhitungan total biaya gabungan yang optimal.

Penelitian dengan judul “Pengembangan Model Persediaan *Single Vendor Multi Buyer* Dengan Kebijakan *Rework*” yang dilakukan oleh Agustian & Dahda (2022) bertujuan untuk menentukan ukuran lot produksi serta meminimalkan total biaya persediaan dengan mempertimbangkan kecacatan produk. Model yang dikembangkan dalam penelitian ini berfokus pada tingkat *supply chain* 2 eselon yaitu *single vendor* dan *multi buyer* dengan menggunakan model EPQ dengan adanya kebijakan *rework*. Asumsi dalam penelitian ini adalah permintaan dengan tipe diskrit. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa apabila persentase kecacatan produk semakin rendah dan jumlah persediaan semakin menurun maka didapatkan total biaya persediaan yang menurun dan total biaya yang minimum.

Dahda & Andesta (2022) melakukan penelitian dengan judul “Ukuran Lot yang Ekonomis pada Model Persediaan Integrasi *Single vendor* dan *Single buyer*” dengan tujuan untuk melakukan penyeimbangan biaya penyimpanan dan pengaturan persediaan dengan menentukan ukuran lot yang optimal. Tujuan dari penentuan ukuran lot produksi atau pengiriman digunakan untuk meminimalkan biaya persediaan untuk *vendor* dan *buyer* secara bersamaan. Penelitian ini menggunakan metode EPQ dan EOQ yang telah dikembangkan lebih lanjut dengan menggunakan konsep JIT disesuaikan dengan kebijakan pengiriman yang ada di objek penelitian. Hasil perhitungan numerik diketahui bahwa biaya persediaan pada model pertama lebih rendah dibandingkan dengan model kedua.

Tabel 2. 2 Perbandingan Penelitian

No.	Peneliti	Model	Pola Permintaan	Struktur <i>Supply Chain</i>
1	Chen & Sarker (2017)	JIT MINLP	Deterministik	<i>Single manufacturer-multi retailer</i>
2	Darmawan & Widodo	JELS	Deterministik	<i>Manufacturer-buyer</i>

	(2017)			
3	Islam & Hoque (2017)	JELS	Deterministik	<i>Supplier-manufacturer-multi retailer</i>
4	Patiapon & Hutabarat (2017)	JELS EOQ	Deterministik	<i>Supplier-buyer</i>
5	Jauhari et al. (2017)	Metode P	Stokastik	<i>Single vendor-single buyer</i>
6	Jonrinaldi et al. (2018)	EOQ EPQ	Kontinu, Diskrit	<i>Single vendor-multi buyer</i>
7	Wangsa & Wee (2018)	JELS	Stokastik	<i>Single vendor-single buyer</i>
8	Rusindiyanto & Yustina (2018)	EOQ	Deterministik	<i>Supplier-manufacturer</i>
9	Tyas & Anshori (2018)	JELS	Probabilistik	<i>Manufacturer-multi buyer</i>
10	Tiwari et al. (2018)	JELS	Deterministik	<i>Supplier-buyer</i>
11	Yuniar et al. (2018)	JELS	Probabilistik	<i>Supplier-manufacturer</i>
12	Widodo & Santoso (2018)	JELS	Stokastik	<i>Supplier-buyer</i>
13	Suseno & Al Faritsy (2018)	JELS	Deterministik	<i>Manufacturer-multi buyer</i>
14	Ritha & Poongodisathiya (2018)	Metode Q	Deterministik	<i>Single vendor-multi buyer</i>
15	Utama et al. (2019)	Program Dinamis	Deterministik	<i>Single supplier-single supplier</i>
16	Heryanto et al. (2019)	JELS	Probabilistik	<i>Manufacturer-single buyer</i>
17	Febrianto (2019)	EOQ	Deterministik	<i>Manufacturer-single buyer</i>
18	Pramudyo & Luong (2019)	VMI	Stokastik	<i>Single vendor-multi retailers</i>
19	Tarhini et al. (2019)	VMI	Deterministik	<i>Single vendor-multi buyer</i>
20	Rahmatullah & Runtuk (2020)	EOQ POQ	Deterministik	<i>Supplier-Manufacturer</i>
21	Nasution et al. (2020)	JELS	Deterministik	<i>Supplier-manufacturer-</i>

				<i>buyer</i>
22	Gharaei et al. (2020)	JELS	Deterministik	<i>Supplier-manufacturer-wholesaler-multi retailer</i>
23	Susanto et al (2020)	<i>Joint Replenishment</i>	Stokastik	<i>Supplier-manufacturer</i>
24	Anshori et al. (2021)	JELS	Deterministik	<i>Manufacturer-single buyer</i>
25	Nafisah et al. (2021)	EPQ	Probabilistik	<i>Supplier-manufacturer</i>
26	Sooran et al. (2022)	JELS	Deterministik	<i>Supplier-manufacturer-retailer</i>
27	Rahmanto & Dahda (2022)	JELS	Deterministik	<i>Manufacturer-single buyer</i>
28	Malleeswaran & Uthayakumar (2022)	EPQ	Deterministik	<i>Single manufacturer-multi retailer</i>
29	Agustian & Dahda (2022)	EPQ	Diskrit	<i>Single vendor-multi buyer</i>
30	Dahda & Andesta (2022)	EOQ EPQ	Deterministik	<i>Single vendor-single buyer</i>
31	Penelitian ini (2022)	JELS	Probabilistik	<i>Single vendor-multi buyer</i>

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek dan Subjek Penelitian

Objek dari penelitian ini adalah persediaan produk pada pemasok dan pembeli untuk memenuhi permintaan pelanggan. Sedangkan subjek penelitian ini adalah produk batik yang diproduksi oleh pihak pemasok. Penelitian ini dilakukan pada sebuah UMKM Batik X di Yogyakarta sebagai pemasok tunggal yang memproduksi sejumlah produk yang kemudian dikirimkan kepada multi pembeli berjumlah 5 yang bersifat sebagai *reseller* untuk mengirimkan lagi kepada pelanggan akhir. Subjek dalam penelitian ini difokuskan pada sistem persediaan dan sistem produksi pada UMKM Batik X. Penelitian ini mencari solusi optimal dari ukuran lot pemesanan, lot produksi serta titik pemesanan ulang.

3.2 Jenis Data Penelitian

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dan studi pustaka. Data sekunder merupakan sumber yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data (Sugiyono, 2017). Data sekunder merupakan data yang diperoleh dengan dua cara yaitu studi pustaka dan pengumpulan data historis. Dalam penelitian ini peneliti mendapat studi pustaka yang diperoleh dari secara tidak langsung misalnya dari buku, jurnal, laporan, dan materi-materi yang berkaitan dengan manajemen persediaan. Dalam penelitian ini data-data yang diperlukan terdiri dari data dari pemasok dan pembeli. Untuk data yang dimiliki UMKM Batik X sebagai pemasok adalah sebagai berikut:

1. Data pemesanan pembeli (Q),
2. Biaya *setup*,
3. Biaya penyimpanan,
4. Biaya *Lost Sales*.

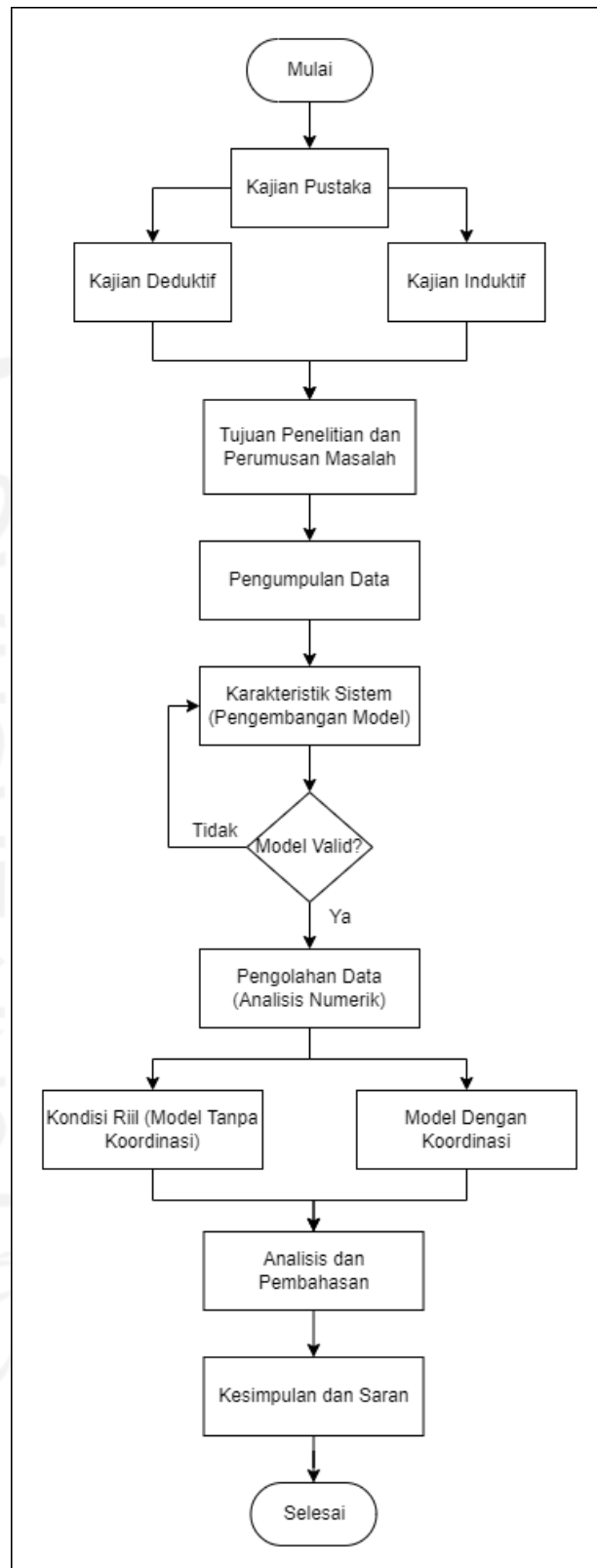
Sedangkan kebutuhan data dari *Buyer* 1, 2, 3, 4 dan 5 adalah sebagai berikut:

1. Data distribusi permintaan dari konsumen dan antar pembeli,
2. Biaya pemesanan ke pemasok,
3. Biaya pemesanan antar pembeli,
4. Biaya penyimpanan,
5. Biaya *Lost Sales*.

3.3 Diagram Alir Penelitian

Adapun alur dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:





Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian

3.4 Langkah Penelitian

Adapun langkah penelitian yang dilakukan terdiri dari beberapa tahapan yaitu:

3.4.1 Kajian Pustaka/Tinjauan Literatur

Kajian pustaka atau tinjauan literatur dalam penelitian ini merupakan telaah berupa kajian singkat dan penting mengenai latar belakang yang berkaitan dengan penelitian ini. Terdapat 2 macam kajian literatur yang dilakukan yaitu, kajian induktif dan kajian deduktif. Kajian deduktif berisi konseptual mengenai penelitian yang dilakukan serta merupakan landasan teori yang digunakan sebagai acuan dalam menyelesaikan permasalahan penelitian ini. Kajian induktif merupakan hasil telaah terhadap jurnal-jurnal, hasil seminar nasional maupun internasional yang relevan dengan penelitian.

3.4.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Hasil tinjauan pustaka dan permasalahan dari objek penelitian digunakan untuk menemukan celah permasalahan yang akan dipecahkan menggunakan metode-metode yang relevan pada penelitian ini. Formulasi masalah juga menetapkan tujuan dari penelitian serta menentukan batasan-batasan masalah yang dihadapi. Penelitian yang dikemukakan dalam hubungan antara pemasok dan pembeli untuk penentuan ukuran lot pemesanan Q , lot produksi P dan *reorder point* yang optimal.

3.4.3 Pengumpulan Data

Data diperoleh pada penelitian ini adalah berupa data sekunder. Data sekunder adalah data yang didapatkan secara tidak langsung. Dalam penelitian ini data-data yang diperlukan terdiri dari data pemasok dan data pembeli, adapun data-data yang diperlukan antara lain:

1. Data pemesanan pembeli (Q),
2. Biaya *setup*,
3. Biaya penyimpanan,
4. Biaya *Lost Sales*.

Sedangkan kebutuhan data dari *Buyer* 1, 2, 3, 4 dan 5 adalah sebagai berikut:

1. Data distribusi permintaan,
2. Biaya pemesanan ke pemasok,
3. Biaya pemesanan antar pembeli,
4. Biaya penyimpanan,
5. Biaya *Lost Sales*.

3.4.4 Pengembangan Model

Dalam tahapan ini akan dibangun model matematis yang menjadi fokus penelitian. Langkah awal dari tahapan ini adalah menjelaskan karakteristik sistem yang diteliti, kemudian mengembangkan model matematis berdasarkan parameter-parameter yang tersedia. Model yang telah didesain akan diverifikasi agar memastikan bahwa model yang dibangun telah sesuai dengan kebutuhan atau sudah merepresentasikan kondisi riil dari sistem tersebut. Apabila model valid maka selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan analisis numerik. Namun apabila tidak valid maka dilakukan pengembangan ulang model.

3.4.5 Pengolahan Data

Setelah diperoleh data-data yang diperlukan dari setiap perusahaan, kemudian dilakukan perhitungan numerik dengan model yang sudah dikembangkan pada tahapan sebelumnya. Dalam penelitian ini dibangun dua buah model yaitu model tanpa koordinasi dan model dengan koordinasi. Model yang akan dikembangkan:

Model tanpa koordinasi : Optimasi dilakukan secara parsial (sendiri-sendiri oleh pemasok dan pembeli), minimasi total biaya pembeli dan minimasi total biaya pemasok

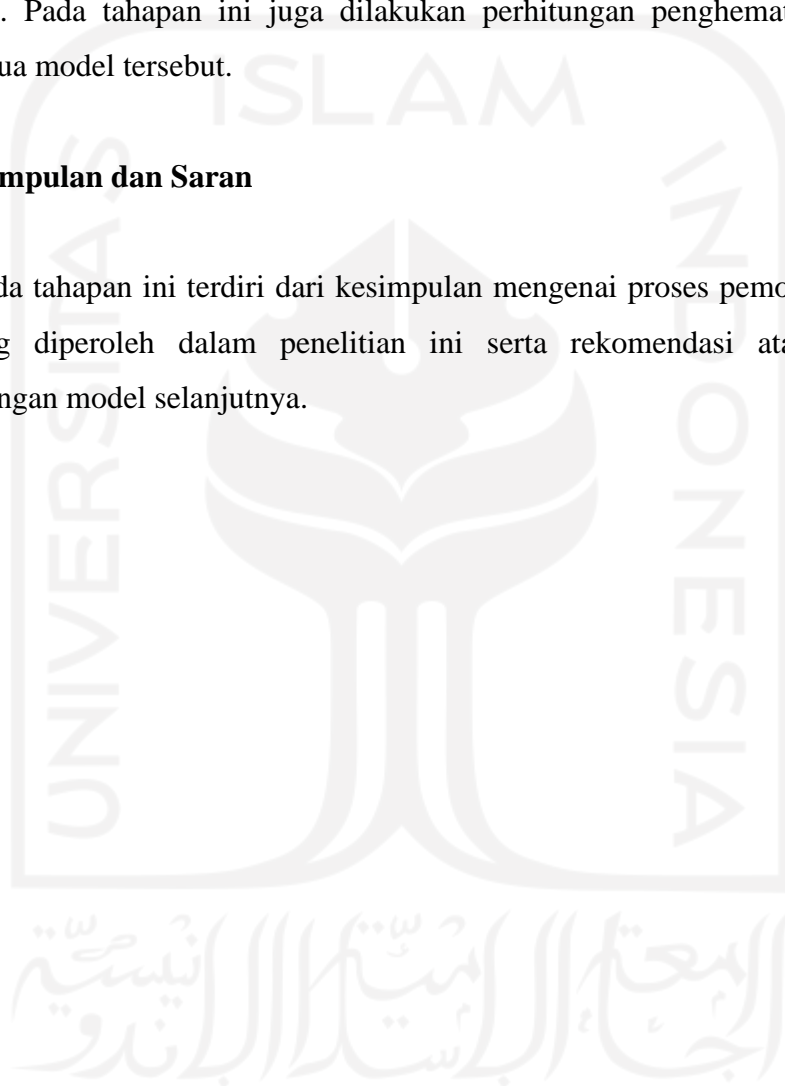
Model dengan koordinasi : Optimasi mempertimbangkan total biaya gabungan antara pembeli dan pemasok, minimasi total biaya gabungan pembeli dan pemasok.

3.4.6 Analisis dan Pembahasan

Dalam tahapan ini dilakukan pembahasan maupun perbandingan pada hasil analisis numerik yang telah dilakukan pada tahapan selanjutnya. Analisis dilakukan dengan membandingkan variabel keputusan serta kriteria performansi penelitian yang berupa total biaya gabungan antara model tanpa koordinasi dengan model dengan koordinasi. Pada tahapan ini juga dilakukan perhitungan penghematan yang terjadi antara kedua model tersebut.

3.4.7 Kesimpulan dan Saran

Pada tahapan ini terdiri dari kesimpulan mengenai proses pemodelan dan hasil-hasil yang diperoleh dalam penelitian ini serta rekomendasi atau saran untuk pengembangan model selanjutnya.



BAB IV

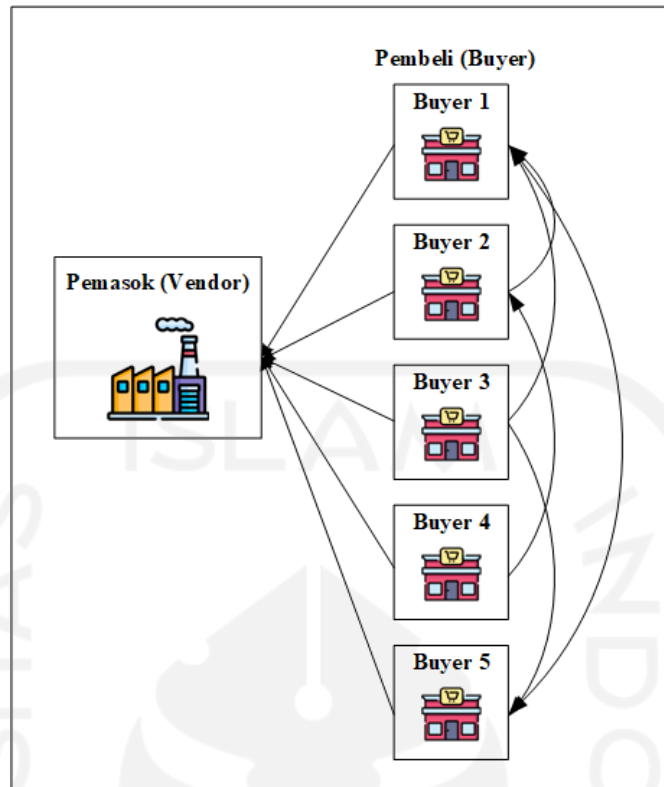
PENGOLAHAN DATA

4.1 Deskripsi Sistem

Struktur sistem yang dipertimbangkan dalam penelitian ini merupakan rantai pasok antara pemasok tunggal (*single vendor*), multi pembeli (*multi buyer*) dan multi produk. Subjek dalam penelitian ini adalah sebuah perusahaan manufaktur yang bergerak dalam bidang pembuatan produk batik. Pada permasalahan ini, perusahaan manufaktur memiliki peran sebagai pemasok (*vendor*) dan *retailer* sebagai pembeli (*buyer*). Sistem dalam penelitian ini juga mempertimbangkan mengenai *lateral transshipment* antar pembeli, yaitu keadaan dimana pembeli memungkinkan untuk mengirimkan produk ke pembeli lainnya sebagai upaya untuk memenuhi permintaan.

Proses rantai pasok yang terjadi diawali ketika pembeli yang berjumlah 5 (selanjutnya disebut sebagai *Buyer 1*, *Buyer 2*, *Buyer 3*, *Buyer 4*, dan *Buyer 5*) menerima sejumlah permintaan dari pelanggan akhir. Pembeli melakukan pengecekan ketersediaan stok produk di gudang, apabila stok produk telah mencapai titik pemesanan ulang (*reorder point*) maka pembeli akan melakukan pemesanan produk sejumlah Q unit kepada pihak pemasok dengan biaya pesan sebesar A . Sistem ini juga disebut dengan sistem Q atau *continuous review* dimana pembeli melakukan pengecekan persediaan secara berkala. Apabila jumlah produk yang tersedia mencapai titik *reorder point*, maka pembeli akan langsung melakukan pemesanan produk jadi ke pemasok.

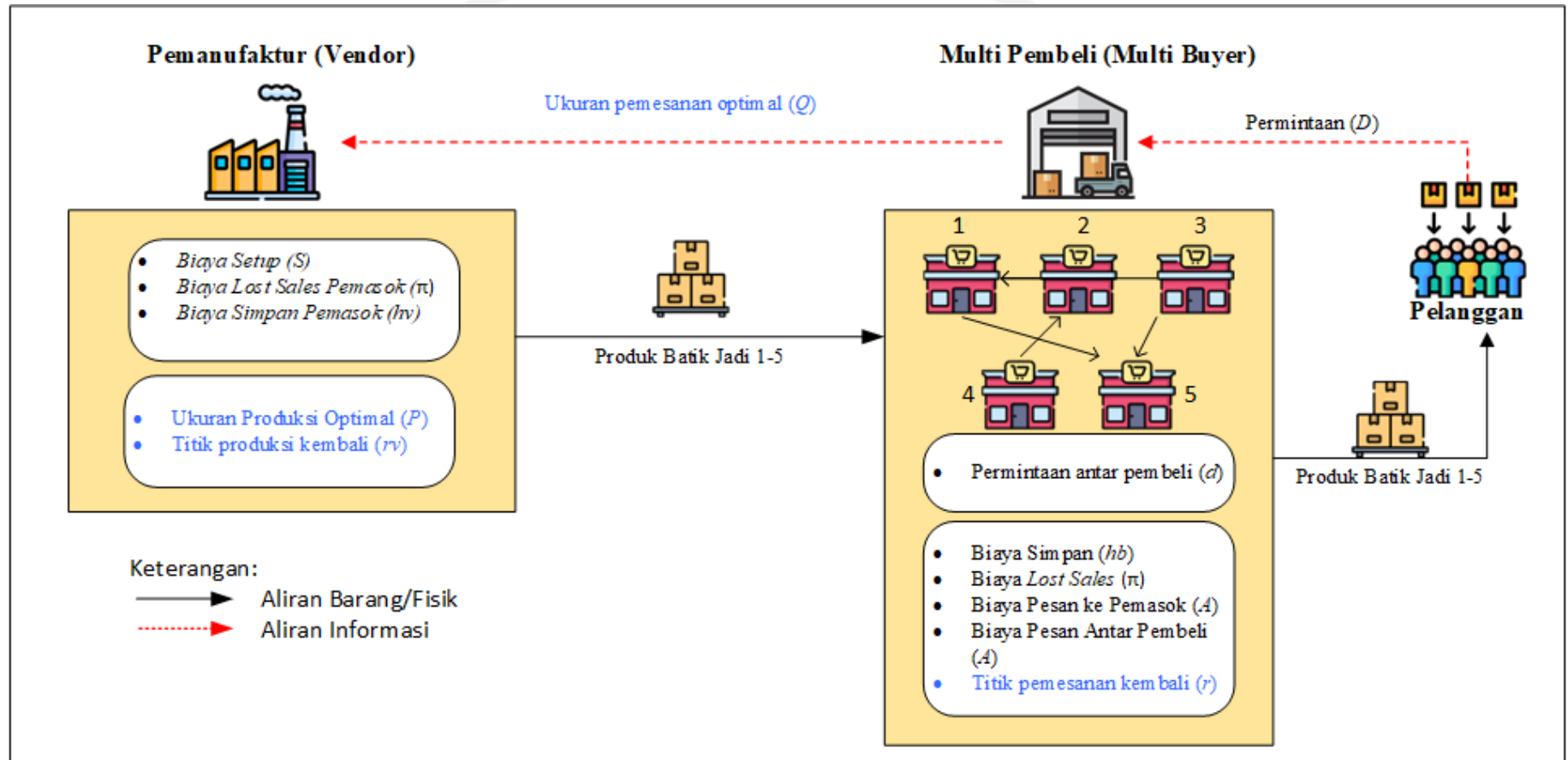
UMKM Batik X sebagai pemasok menjual 5 macam produk ke pembeli sebagai perusahaan retail yang menjual produknya langsung ke pelanggan akhir. Selain transaksi dilakukan antara pembeli ke pemasok, dalam penelitian ini pembeli juga dapat membeli produk kepada pembeli lainnya sehingga pertukaran informasi jumlah permintaan juga dilakukan antar pembeli. Hubungan antara pembeli dan pemasok dalam melakukan pemesanan produk dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut



Gambar 4. 1 Hubungan Antara Pemasok dan Pembeli

Selanjutnya UMKM Batik X (Pemasok) akan melakukan akumulasi jumlah permintaan dari semua pembeli untuk semua produk dan melakukan pengecekan persediaan produk batik di gudang milik pemasok. Jika persediaan di gudang mencukupi jumlah pemesanan maka pemasok akan mengirimkan produk kepada pembeli, namun apabila persediaan tidak mencukupi dan sudah mencapai titik produksi kembali maka pemasok akan melakukan produksi sebanyak P . Dalam penelitian ini permintaan dari pelanggan dapat bersifat probabilistik distribusi normal dengan rata-rata D dan standar deviasi σ atau berdistribusi *uniform*. Permintaan antar pembeli berdistribusi *uniform* sedangkan *lead time* dalam penelitian ini adalah konstan. Permintaan yang bersifat probabilistik juga menyebabkan risiko adanya kekurangan persediaan (*shortage*) berupa *Lost Sales* yang biayanya ditanggung oleh pembeli.

Tujuan dari penelitian adalah untuk menentukan sistem pengelolaan permintaan yang optimal menggunakan model matematis yang mengkoordinasikan pemasok tunggal dan pembeli untuk menentukan jumlah produksi serta jumlah pemesanan yang optimal.



Gambar 4. 2 Gambaran Sistem

4.2 Komponen Model

4.2.1 Notasi

Notasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

Indeks

v	: pemasok (<i>vendor</i>)
b	: indeks pembeli (<i>buyer</i>), $b = 1, 2, 3, 4, 5$
p	: indeks produk, $p = 1, 2, 3, 4, 5$
t	: periode, $t = 1, 2, \dots, T$

Parameter

D	: permintaan pembeli ke pemasok	(unit)
d	: permintaan antara pembeli ke pembeli lain	(unit)
σ	: standar deviasi permintaan pembeli	(unit/bulan)
P	: ukuran lot produksi pemasok	(unit/bulan)
A_{bv}	: biaya pemesanan pembeli ke pemasok	(Rp/4pcs)
A_{bb}	: biaya pemesanan antar pembeli	(Rp/4pcs)
S	: biaya <i>setup</i> pemasok per sekali <i>setup</i>	(Rp/unit/bulan)
h_v	: biaya simpan pemasok per unit per tahun	(Rp/unit/bulan)
h_b	: biaya simpan pembeli per unit per tahun	(Rp/unit/bulan)
r_b	: titik pemesanan ulang pembeli (<i>reorder point</i>)	(unit)
r_v	: titik produksi kembali pemasok	(unit)
L	: panjang waktu tenggang (<i>lead time</i>)	(bulan)
π_v	: batas keuntungan yang hilang (<i>Lost Sales cost</i>) pemasok	(Rp/unit)
π_b	: batas keuntungan yang hilang (<i>Lost Sales cost</i>) pembeli	(Rp/unit)
Q_b	: ukuran lot pemesanan pembeli	(unit)
JTC	: total biaya persediaan gabungan	(Rp)

4.2.2 Variabel Keputusan dan Kriteria Performansi

Variabel keputusan yang digunakan adalah sebagai berikut:

Q_b^*	: ukuran lot pemesanan optimal pembeli (unit)
---------	---

r_b^* : titik pemesanan ulang optimal (unit)

P^* : ukuran lot produksi optimal pemasok (unit)

r_v^* : titik produksi ulang optimal pemasok (unit)

Sedangkan kriteria performansinya adalah sebagai berikut:

TC_b : total biaya dari pembeli

TC_v : total biaya dari pemasok

JTC : total biaya gabungan.

4.2.3 Asumsi dan Batasan Model

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Model ini terbatas pada sistem persediaan pemasok tunggal, multi pembeli dan multi produk.
2. Biaya transportasi per unit dari *vendor* ke *buyer* maupun *buyer* ke *buyer* adalah konstan dan independen terhadap jumlah pemesanan, sehingga biaya transportasi dapat diabaikan.
3. *Leadtime* adalah konstan
4. Tingkat produksi lebih besar dari total permintaan ($P \geq D$)
5. Tidak mempertimbangkan *safety stock* dan *backorder*.
6. Tidak ada *quantity discount*.
7. Biaya-biaya yang ada dalam penelitian ini adalah konstan tidak dipengaruhi oleh inflasi dan lainnya.

4.3 Formulasi Model Matematika

4.3.1 Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan pada model yang dikembangkan adalah untuk meminimalkan total biaya gabungan antara pemasok dan pembeli. Total biaya ini meliputi biaya persediaan pemasok, biaya setup produksi, biaya *Lost Sales* pemasok, biaya persediaan pembeli, biaya pemesanan ke pemasok, biaya *Lost Sales* pembeli serta biaya pemesanan antar pembeli. Variabel keputusan dari model ini yaitu jumlah pemesanan produk ke

pemasok, titik pemesanan kembali serta jumlah produksi optimal milik pemasok. Fungsi tujuan dari model ini adalah sebagai berikut:

$$\text{Minimasi } JTC = TC_v + TC_b$$

Komponen biaya akan secara rinci dijelaskan pada subbab berikut:

4.3.2 Total Biaya Pembeli

A. Biaya Persediaan (*Inventory Cost*)

Biaya persediaan merupakan biaya yang dikeluarkan oleh pembeli dalam menangani penyimpanan produk. Biaya persediaan merupakan perkalian antara penjumlahan persediaan selama periode tertentu, dalam penelitian ini yaitu sebanyak 60 bulan atau 5 tahun yang kemudian dikalikan biaya simpan pembeli per unit. Berikut merupakan persamaan untuk total persediaan pembeli:

$$I_{btp} = \begin{cases} I_{b(t-1)p} - D_{btp}, & \text{jika } I_{b(t-1)p} > 0 \\ D_{btp} \geq 0 & \text{yang lainnya} \end{cases} \quad \dots(4.1)$$

Persediaan terjadi apabila jumlah persediaan lebih besar daripada stok yang dimiliki sehingga ada sisa stok yang tersedia di gudang.

I_{btp} = Stok akhir untuk *buyer* ke b , periode t , dan produk p

$I_{b(t-1)p}$ = Stok awal/stok periode sebelumnya untuk *buyer* ke b , periode t , dan produk p

D_{btp} = Permintaan pada *buyer* b , periode t , dan produk p

Berikut merupakan rumus total biaya persediaan pembeli:

$$HC_b = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p I_{btp} \times h_b \quad \dots(4.2)$$

Dimana I_{btp} merupakan persediaan untuk pembeli b untuk produk p pada periode tertentu, sedangkan h_{bp} merupakan biaya penyimpanan per unit milik pembeli untuk produk p .

B. Biaya *Lost Sales*

Biaya kekurangan (*Shortage Cost*) dibagi menjadi dua bagian yaitu ekspektasi biaya *backorder* dan biaya *Lost Sales* (kehilangan penjualan). Biaya *shortage* muncul ketika terjadi ketidaksediaan produk pada waktu yang diperlukam dan tidak ada persediaan digudang. Dalam penelitian ini kekurangan persediaan dianggap sebagai *Lost Sales* dan diasumsikan pembeli tidak melakukan *backorder* atau

pemesanan ulang secara mendadak. Berikut merupakan persamaan untuk persediaan yang mengalami *Lost Sales*:

$$X_{btp} = \begin{cases} I_{b(t-1)p} - D_{btp}, & \text{jika } I_{btp} < 0 \\ D_{btp} \geq 0 & \text{yang lainnya} \end{cases} \quad ..(4.3)$$

Lost Sales terjadi apabila pembeli tidak sanggup memenuhi permintaan, dimana hal ini terjadi apabila jumlah permintaan lebih besar dari stok produk yang dimiliki di gudang.

X_{btp} = *Lost Sales* untuk *buyer* ke b , periode t , dan produk p

I_{btp} = Stok akhir untuk *buyer* ke b , periode t , dan produk p

$I_{b(t-1)p}$ = Stok awal/stok periode sebelumnya untuk *buyer* ke b , periode t , dan produk p

D_{btp} = Permintaan pada *buyer* b , periode t , dan produk p

Berikut merupakan rumus total biaya *Lost Sales* yang ditanggung pembeli:

$$SC_b = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p X_{btp} \times \pi_b \quad ..(4.4)$$

Dimana X_{btp} merupakan *Lost Sales* yang terjadi pada *buyer* b untuk produk p pada periode tertentu, π_{bp} merupakan biaya *Lost Sales* per unit yang ditanggung oleh pembeli untuk produk p .

C. Biaya Pemesanan ke Pemasok

Biaya pemesanan merupakan biaya yang dikeluarkan setiap kali pembeli b melakukan pemesanan ke pemasok. Total biaya pemesanan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$OC_{bv} = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p Q_{btp} \times A_{bv} \quad ..(4.5)$$

Pemesanan terjadi apabila stok akhir yang tersedia kurang dari *reorder point* dan permintaan lebih besar dari stok yang tersedia di gudang.

D. Biaya Pemesanan antar Pembeli

Biaya pemesanan antar pembeli merupakan biaya yang dikeluarkan setiap kali pembeli melakukan pemesanan ke pembeli lain. Berikut merupakan persamaan untuk total biaya pemesanan antar pembeli:

$$OC_{bb} = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p d_{btp} \times A_{bb} \quad ..(4.6)$$

Biaya pemesanan antar pembeli didapatkan dari total permintaan yang terjadi pada pembeli dikalikan dengan biaya pemesanan antar pembeli. Data permintaan antar pembeli didapatkan dari hasil *generate random* berdasarkan data distribusi *uniform* menggunakan *Microsoft Excel*.

4.3.3 Total Biaya Pemasok

A. Biaya Persediaan Pemasok (*Inventory Cost*)

Biaya simpan merupakan perkalian antara penjumlahan persediaan selama periode tertentu, dalam penelitian ini periode yang terjadi adalah 60 bulan atau 5 tahun yang kemudian dikalikan biaya simpan pemasok per unit. Berikut merupakan persamaan untuk total persediaan pemasok:

$$I_{vtp} = \begin{cases} I_{v(t-1)p} - \Sigma Q_{btp}, & \text{jika } I_{v(t-1)p} > 0 \\ \Sigma Q_{btp} \geq 0 & \text{yang lainnya} \end{cases} \quad ..(4.7)$$

I_{vtp} = Stok akhir untuk *vendor*, pada periode t , dan produk p

$I_{v(t-1)p}$ = Stok awal untuk *vendor*, pada periode t , dan produk p

D_{btp} = Permintaan *vendor*, pada periode t , dan produk p

Berikut merupakan rumus total biaya simpan milik pemasok:

$$HC_v = \sum_{p=1}^p \sum_{t=1}^t I_{vtp} \times h_p \quad ..(4.8)$$

Dimana I_{tp} merupakan persediaan yang dimiliki *vendor* untuk periode dan produk p , sedangkan h_p merupakan biaya penyimpanan untuk produk p milik pemasok.

B. Biaya *Lost Sales*

Ketidakmampuan pemasok untuk memenuhi permintaan pembeli dalam penelitian akan dianggap sebagai *Lost Sales* yang biayanya ditanggung oleh pemasok. Berikut merupakan persamaan untuk keadaan *Lost Sales* pada pemasok:

$$X_{vtp} = \begin{cases} I_{v(t-1)p} - \Sigma Q_{btp}, & \text{jika } I_{vtp} < 0 \\ \Sigma Q_{btp} \geq 0 & \text{yang lainnya} \end{cases} \quad ..(4.9)$$

X_{vtp} = *Lost Sales* untuk *vendor*, periode t , dan produk p

I_{vtp} = Stok akhir untuk *vendor*, periode t , dan produk p

$I_{v(t-1)p}$ = Stok awal/stok periode sebelumnya untuk *vendor*, periode t , dan produk p

D_{vtp} = Permintaan yang diterima *vendor*, periode t , dan produk p

Sehingga berikut adalah total biaya *Lost Sales* pemasok:

$$SC_v = \sum_{p=1}^p \sum_{t=1}^t X_{vtp} \times \pi_v \quad ..(4.10)$$

C. Biaya Setup

Biaya setup merupakan perkalian antara jumlah produksi dalam satu kali *setup* dikalikan dengan biaya *setup* yang harus dikeluarkan untuk setiap kali produksi.

Persamaan untuk total biaya *setup* yang dikeluarkan *vendor* adalah sebagai berikut:

$$SC = \sum_{p=1}^p \sum_{t=1}^t P \times S \quad ..(4.11)$$

4.3.4 Total Biaya Gabungan

Total biaya gabungan pada sistem rantai pasok merupakan hasil penjumlahan total biaya pembeli dengan total biaya pemasok. Sehingga total biaya gabungan pada model matematis ini dapat dirumuskan dengan persamaan berikut:

$$TC = HC_b + SC_b + OC_{bv} + OC_{bb} + HC_v + SC_v + SC \quad ..(4.12)$$

Dimana:

HC_b : total biaya persediaan pembeli

SC_b : total biaya *Lost Sales* pembeli

OC_v : total biaya pemesanan pembeli ke pemasok

OC_{bb} : total biaya pemesanan antar pembeli

HC_v : total biaya persediaan pemasok

SC_v : total biaya *Lost Sales* pemasok

SC : total biaya setup pemasok

4.4 Algoritma Pemecahan Solusi

Pemecahan solusi model yang akan dilakukan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu solusi model kondisi ril tanpa koordinasi dan solusi model dengan koordinasi.

A. Model Tanpa Koordinasi

Penyelesaian model tanpa koordinasi adalah keadaan dimana pengambilan keputusan dilakukan oleh pemasok dan pembeli secara parsial. Pembeli melakukan optimasi nilai Q dan r sendiri begitu juga dengan pemasok melakukan optimasi nilai P dan r masing-masing.

Pembeli

Langkah 1 : *Generate* data permintaan untuk masing-masing pembeli untuk setiap produk menggunakan fungsi Ms. Excel untuk distribusi normal sebagai berikut:

$$= \text{INT}(\text{NORMINV}(\text{RAND}(); D; \sigma))$$

untuk distribusi *uniform* menggunakan fungsi Ms. Excel sebagai berikut:

$$= \text{RANDBETWEEN}(\text{Batas Bawah}; \text{Batas Atas})$$

Langkah 2 : Membuat model simulasi perhitungan menggunakan tabel *Excel*. Tabel yang perlu dibuat adalah perhitungan total permintaan dari pelanggan dan pembeli lain, total persediaan akhir, banyaknya *Lost Sales* serta total pemesanan. Rumusnya sebagai berikut:

$$\text{Total Permintaan} = \text{Permintaan pelanggan} + \text{Permintaan pembeli}$$

$$\text{Persediaan Akhir} = \text{Persediaan Awal} - \text{Total Permintaan}$$

Lost Sales terjadi apabila permintaan lebih besar daripada persediaan yang ada atau persediaan akhir kurang dari 0 atau negatif. Hal ini berarti permintaan pelanggan tidak dapat dipenuhi.

Langkah 3 : Pemesanan Q_b terjadi apabila persediaan akhir kurang dari nilai *reorder point* dan tidak melakukan order pada periode sebelumnya. Nilai Q_b dan r_b pada awal perhitungan diasumsikan belum ada atau menggunakan angka *random* untuk kemudian dioptimasi menggunakan *solver Microsoft Excel* dengan algoritma *Evolutionary*. Fungsi tujuan adalah minimasi total biaya masing-masing pembeli untuk setiap produk, dengan variabel pengubah Q_b dan r_b serta batasan-batasan tertentu.

Langkah 4 : Menghitung total biaya persediaan pembeli dengan persamaan berikut:

$$HC_{bp} = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p I_{btp} \times h_{bp}$$

Langkah 5 : Menghitung total biaya *Lost Sales* dengan persamaan berikut:

$$SC_{bp} = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p X_{btp} \times \pi_{bp}$$

Langkah 6 : Menghitung total biaya pemesanan ke pemasok dan biaya pemesanan antar pembeli dengan persamaan berikut:

$$OC_{bvp} = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p Q_{btp} \times A$$

$$OC_{bb} = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p d_{btp} \times A_{bb}$$

Langkah 7 : Menghitung total biaya pembeli dengan menjumlahkan biaya persediaan, biaya *Lost Sales* dan biaya *order* pembeli ke *vendor* dan biaya *order* antar pembeli.

$$JTC = HC_b + SC_b + OC_{bv} + OC_{bb}$$

Pemasok

Langkah 1 : Data permintaan pemasok didapatkan dari total jumlah pemesanan yang dilakukan oleh pembeli untuk setiap produk selama periode t .
Persamaan untuk permintaan pemasok dirumuskan sebagai berikut:

$$D = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p Q_b$$

Langkah 2 : Membuat model simulasi perhitungan menggunakan tabel *Excel*.

Tabel yang perlu dibuat adalah perhitungan total permintaan, total persediaan akhir, banyaknya *Lost Sales* serta total produksi.

Rumusnya sebagai berikut:

Total Permintaan = Total Pesanan Pembeli

Persediaan Akhir = Persediaan Awal – Permintaan

Lost Sales terjadi apabila permintaan lebih besar daripada persediaan yang ada atau persediaan akhir kurang dari 0 atau negatif. Hal ini berarti permintaan pelanggan tidak dapat dipenuhi.

Langkah 3 : Pemasok melakukan produksi apabila persediaan akhir kurang dari nilai produksi kembali. Nilai P dan r_v optimal dihitung menggunakan

solver Microsoft Excel optimasi Evolutionary. Fungsi tujuan adalah minimasi total biaya pemasok untuk setiap produk, dengan variabel pengubah P dan r_v serta batasan-batasan tertentu.

- Langkah 4 : Menghitung total biaya persediaan pemasok untuk setiap produk dari semua *buyer* dengan persamaan berikut:

$$HC_v = \sum_{p=1}^p \sum_{t=1}^t I_{vtp} \times h_{vp}$$

- Langkah 5 : Menghitung total biaya *Lost Sales* pemasok dengan persamaan berikut:

$$SC_v = \sum_{p=1}^p \sum_{t=1}^t X_{vtp} \times \pi_{vp}$$

- Langkah 6 : Menghitung total biaya *setup* pemasok dengan persamaan berikut:

$$SC = \sum_{p=1}^p \sum_{t=1}^t P \times S$$

- Langkah 7 : Menghitung total biaya pemasok dengan menjumlahkan biaya persediaan, biaya *Lost Sales* dan *biaya setup*.

$$JTC = HC_v + SC_v + SC$$

B. Model Dengan Koordinasi

Model dengan koordinasi merupakan penentuan keputusan yang dilakukan oleh pemasok dan pembeli secara terintegrasi. Apabila model tanpa koordinasi pembeli melakukan optimasi biaya secara masing-masing, pada model dengan koordinasi biaya yang dihitung adalah total biaya gabungan pemasok dan pembeli. Berikut merupakan langkah perhitungan model dengan koordinasi:

- Langkah 1 : Menggunakan model awal yang sudah ada pada perhitungan sebelumnya.

- Langkah 2 : Melakukan optimasi dengan menggunakan *solver Ms. Excel Evolutionary* dengan pilihan fungsi tujuan adalah sel total biaya gabungan antara semua pembeli dan pemasok. Variabel pengubah adalah nilai Q_b dan r_b serta nilai P dan r_v pada perhitungan sebelumnya. Batasan-batasan yang ada adalah sebagai berikut:

- a. Nilai Q_b dan r_b merupakan bilangan integer
- b. Batas bawah: nilai Q_b dan r_b lebih dari sama dengan nol atau bernilai positif
- c. Batas atas: Nilai Q_b dan r_b kurang dari sama dengan 10000
- d. Nilai P dan r_v merupakan bilangan integer
- e. Nilai P dan r_v bernilai positif
- f. Nilai P lebih besar sama dengan nilai permintaan terbesar ($P \geq D$)

Langkah 3 : Menghitung total persediaan akhir pembeli, total *Lost Sales*, total pemesanan pembeli. Kemudian melakukan perhitungan total *inventory* akhir pemasok, total *Lost Sales* pemasok, dan total produksi pemasok.

Langkah 4 : Menghitung total biaya persediaan pembeli dengan persamaan berikut:

$$HC_b = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p I_{btp} \times h_{bp}$$

Langkah 5 : Menghitung total biaya *Lost Sales* pembeli dengan persamaan berikut:

$$SC_b = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p X_{btp} \times \pi_{bp}$$

Langkah 6 : Menghitung total biaya *order* ke pemasok dan antar pembeli dengan persamaan berikut:

$$OC_{bv} = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p Q_{btp} \times A$$

$$OC_{bb} = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p d_{btp} \times a$$

Langkah 7 : Menghitung total biaya persediaan pemasok untuk setiap produk dari semua *buyer* dengan persamaan berikut:

$$HC_v = \sum_{p=1}^p \sum_{t=1}^t I_{vtp} \times h_{vp}$$

Langkah 8 : Menghitung total biaya *Lost Sales* pemasok dengan persamaan berikut:

$$SC_v = \sum_{p=1}^p \sum_{t=1}^t X_{vtp} \times \pi_{vp}$$

Langkah 9 : Menghitung total biaya *setup* pemasok dengan persamaan berikut:

$$SC = \sum_{p=1}^p \sum_{t=1}^t P \times S$$

Langkah 10 : Menghitung total biaya pembeli dan pemasok dengan menjumlahkan biaya-biaya sebagai berikut:

$$JTC = HC_b + SC_b + OC_{bv} + OC_{bb} + HC_v + SC_v + SC$$

4.5 Validasi Model

Validasi model merupakan tahap pembuktian formulasi model dari model yang telah dikembangkan dengan melakukan pengecekan dimensi satuan model. Tahapan untuk melakukan validasi model yaitu dengan memeriksa kesesuaian dimensi satuan pada ruas kanan dan kiri. Hasil validasi model adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Validasi Model

Persamaan	Pemeriksaan Satuan	Status
	$HC_b = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p I_{btp} \times h_b$	
Biaya simpan pembeli	$HC_b = \frac{\text{unit}}{\text{bulan}} \times \frac{Rp/\text{unit}}{\text{bulan}}$	Valid
	$HC_b = \frac{\text{unit}}{\text{bulan}} \times \frac{Rp/\text{unit}}{\text{bulan}}$	
	$HC_b = Rp$	
	$SC_b = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p X_{btp} \times \pi_b$	
Biaya <i>Lost Sales</i> pembeli	$SC_b = \text{unit} \times \frac{Rp}{\text{unit}}$	Valid
	$SC_b = \text{unit} \times \frac{Rp}{\text{unit}}$	
	$SC_b = Rp$	

Persamaan	Pemeriksaan Satuan	Status
	$OC_{bv} = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p Q_{btp} \times A_{bv}$	
Biaya order pembeli ke pemasok	$OC_{bv} = \text{unit} \times \frac{Rp}{\text{unit}}$ $OC_{bv} = \cancel{\text{unit}} \times \frac{Rp}{\cancel{\text{unit}}}$ $OC_{bv} = Rp$	Valid
	$OC_{bb} = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p d_{btp} \times A_{bb}$	
Biaya order pembeli ke pembeli	$OC_{bb} = \text{unit} \times \frac{Rp}{\text{unit}}$ $OC_{bv} = \cancel{\text{unit}} \times \frac{Rp}{\cancel{\text{unit}}}$ $OC_{bb} = Rp$	Valid
	$HC_v = \sum_{p=1}^p \sum_{t=1}^t I_{vtp} \times h_v$	
Biaya simpan pemasok	$HC_v = \frac{\text{unit}}{\text{bulan}} \times \frac{Rp/\text{unit}}{\text{bulan}}$ $HC_v = \frac{\cancel{\text{unit}}}{\text{bulan}} \times \frac{Rp}{\cancel{\text{unit}} \text{bulan}}$ $HC_v = Rp$	Valid
	$SC_v = \sum_{p=1}^p \sum_{t=1}^t X_{vtp} \times \pi_v$	
Biaya <i>Lost Sales</i> pemasok	$SC_v = \text{unit} \times \frac{Rp}{\text{unit}}$ $SC_v = \cancel{\text{unit}} \times \frac{Rp}{\cancel{\text{unit}}}$ $SC_v = Rp$	Valid
	$SC = \sum_{p=1}^p \sum_{t=1}^t P \times S$	
Biaya setup pemasok	$SC = \frac{\text{unit}}{\text{bulan}} \times \frac{Rp/\text{unit}}{\text{bulan}}$	Valid

Persamaan	Pemeriksaan Satuan	Status
	$SC = \frac{\text{unit}}{\text{bulan}} \times \frac{Rp/\text{unit}}{\text{bulan}}$	
	$SC = Rp$	

Tahapan validasi model lainnya adalah untuk memastikan bahwa model sudah cukup mewakili keadaan sebenarnya, yaitu dengan melakukan uji distribusi data permintaan. Untuk data permintaan yang berdistribusi normal perhitungan dilakukan sebagai berikut:

Diketahui data permintaan Produk Batik 1 pada *Buyer* 1 berdistribusi normal dengan rata-rata 300 dan standar deviasi 35, dengan hasil *generate* data sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Data Distribusi Normal

Periode (bulan)	Permintaan (unit)	Periode (bulan)	Permintaan (unit)	Periode (bulan)	Permintaan (unit)
1	264	21	265	41	270
2	261	22	299	42	311
3	309	23	332	43	267
4	334	24	343	44	339
5	252	25	325	45	280
6	301	26	253	46	319
7	332	27	311	47	293
8	310	28	269	48	328
9	336	29	242	49	227
10	288	30	325	50	352
11	288	31	239	51	304
12	276	32	272	52	292
13	287	33	335	53	324
14	291	34	363	54	277
15	309	35	274	55	270
16	300	36	333	56	358
17	355	37	315	57	368
18	346	38	256	58	263
19	247	39	332	59	290
20	252	40	304	60	331

Dilakukan perhitungan rata-rata dengan persamaan berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{t=1}^t x_i}{t} = \frac{\sum_{t=1}^{60} x_i}{60} \quad ..(4. 13)$$

$$\bar{x} = \frac{264 + 261 + 309 + \dots + 331}{60} = 299,8$$

Atau menggunakan *Microsoft Excel* dengan fungsi =AVERAGE(range)

Kemudian perhitungan standar deviasi sebagai berikut:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^t (x_i - \bar{x})^2}{t - 1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{(264 - 299,8)^2 + (261 - 299,8)^2 + \dots + (331 - 299,8)^2}{60 - 1}} = 35,09$$

Atau dengan fungsi *Excel* yaitu =STDEV.S(range)

Hasil perhitungan rata-rata untuk data tersebut adalah 299,8 dimana angka tersebut mendekati 300 apabila dibulatkan ke atas, kemudian perhitungan standar deviasi adalah 35,09 yang apabila dibulatkan ke bawah menjadi 35. Maka data permintaan tersebut terbukti berdistribusi normal dengan rata-rata 300 dan standar deviasi 35.

Kemudian untuk perhitungan data distribusi *uniform* adalah melakukan uji *chi square* dengan penjelasan sebagai berikut:

Diketahui data permintaan Produk Batik 1 pada *Buyer* 3 berdistribusi *uniform* dengan batas bawah 30 dan batas atas 70, dengan hasil *generate* data sebagai berikut:

Tabel 4. 3 Data Distribusi *Uniform*

Periode (bulan)	Permintaan (unit)	Periode (bulan)	Permintaan (unit)	Periode (bulan)	Permintaan (unit)
1	32	21	58	41	59
2	60	22	62	42	33
3	31	23	44	43	34
4	69	24	43	44	70
5	35	25	41	45	55
6	33	26	40	46	66
7	58	27	34	47	37
8	54	28	39	48	35
9	36	29	34	49	54
10	37	30	70	50	40
11	49	31	49	51	42
12	53	32	64	52	59
13	42	33	69	53	39
14	54	34	36	54	38
15	62	35	67	55	60
16	48	36	39	56	63

17	62	37	31	57	40
18	70	38	61	58	62
19	32	39	47	59	32
20	54	40	63	60	48

Membuat bentuk uji hipotesis

H0 : Data permintaan terdistribusi *uniform*

H1 : Data permintaan tidak terdistribusi *uniform*

Tabel 4. 4 Perhitungan Data *Uniform*

Interval	Frekuensi (O)	Expected (E)	(O-E)	(O-E) ²	$\frac{(O-E)^2}{E}$
30-36	14	10	4	16	1,60
37-43	13	10	3	9	0,90
44-50	6	10	-4	16	1,60
51-56	6	10	-4	16	1,60
57-63	13	10	3	9	0,90
64-70	8	10	-2	4	0,40
Total	60	60			7,00

Nilai *Chi* Kuadrat Hitung (X^2) = 7,00

Nilai Probabilitas Kesalahan (α) = 0,05

Tingkat kepercayaan 95% maka nilai probabilitas kesalahan: $1-\alpha = 1-95\% = 0,05$.

Maka, nilai *Chi*-Kuadrat tabel dengan derajat kebebasan (df) = 6-1 = 5 adalah

$$X^2_{tabel} = X^2_{\alpha, k-1} = X^2_{0,05,6} = 11,070$$

Menentukan kriteria pengujian adalah dengan membandingkan *Chi*-Kuadrat hitung dengan *Chi*-Kuadrat tabel dengan ketentuan sebagai berikut:

a. Nilai *Chi*-Kuadrat hitung (X^2) \leq *Chi*-Kuadrat tabel, maka H0 diterima

b. Nilai *Chi*-Kuadrat (X^2) $>$ *Chi*-Kuadrat tabel, maka H0 ditolak

Keputusan:

Karena besar X^2 hitung = 7,00 $<$ 11,070, maka **H0 diterima**, sehingga dapat diketahui bahwa data tersebut berdistribusi *uniform*.

4.6 Pengolahan Data

Dalam penelitian ini pengumpulan data yang diperoleh adalah berupa data sekunder seperti yang sudah dijelaskan pada bab metodologi penelitian. Data parameter berikut

adalah untuk kasus satu *vendor*, lima *buyer* dan lima produk. Data terdiri dari data milik *vendor* UMKM Batik X, pembeli yang terdiri dari *Buyer 1*, *Buyer 2*, *Buyer 3*, *Buyer 4*, dan *Buyer 5*. Serta produk yang terdiri dari 5 jenis yaitu Batik 1, Batik 2, Batik 3, Batik 4 dan Batik 5. Tabel-tabel dibawah menunjukkan data-data yang digunakan pada kasus dalam penelitian ini.

4.6.1 Data Biaya-biaya

Berikut merupakan komponen biaya-biaya antara pemasok dan pembeli yang digunakan untuk melakukan perhitungan:

Tabel 4. 5 Data Biaya Pemasok dan Pembeli

Jenis Biaya	Jenis Produk Batik					Satuan
	Batik 1	Batik 2	Batik 3	Batik 4	Batik 5	
Vendor						
Biaya Setup (S)	5.700	5.700	5.700	5.700	5.700	Rp/unit/setup
Biaya Simpan ($h\nu$)	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	Rp/unit/bulan
Biaya <i>Lost Sales</i> ($\pi\nu$)	5500	6500	4000	7000	4000	Rp/unit
Buyer 1						
Biaya Pesan (A)	13.000	13.000	13.000	13.000	13.000	Rp/4pcs
Biaya Simpan (h)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	Rp/unit/bulan
Biaya <i>Lost Sales</i> (π)	20.000	25.000	20.000	20.000	25.000	Rp/unit
Buyer 2						
Biaya Pesan (A)	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	Rp/4pcs
Biaya Simpan (h)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	Rp/unit/bulan
Biaya <i>Lost Sales</i> (π)	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	Rp/unit
Buyer 3						
Biaya Pesan (A)	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	Rp/4pcs
Biaya Simpan (h)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	Rp/unit/bulan
Biaya <i>Lost Sales</i> (π)	25.000	30.000	25.000	30.000	25.000	Rp/unit
Buyer 4						
Biaya Pesan (A)	8000	8.000	8.000	8.000	8.000	Rp/4pcs
Biaya Simpan (h)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	Rp/unit/bulan
Biaya <i>Lost Sales</i> (π)	35.000	25.000	25.000	25.000	25.000	Rp/unit
Buyer 5						
Biaya Pesan (A)	13.000	13.000	13.000	13.000	13.000	Rp/4pcs
Biaya Simpan (h)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	Rp/unit/bulan
Biaya <i>Lost Sales</i> (π)	25.000	25.000	25.000	35.000	30.000	Rp/unit

Sedangkan dalam proses *transshipment* atau pembelian antar pembeli berikut merupakan data biaya-biaya pemesanan yang terjadi antar pembeli untuk semua produk:

Tabel 4. 6 Data Biaya Pemesanan Antar Pembeli

Hubungan	Jumlah Biaya Pemesanan (A)	Satuan
<i>Buyer 1 ke Buyer 5</i>	13.000	Rp/4 unit
<i>Buyer 2 ke Buyer 1</i>	8.000	Rp/4 unit
<i>Buyer 3 ke Buyer 1</i>	8.000	Rp/4 unit
<i>Buyer 3 ke Buyer 5</i>	8.000	Rp/4 unit
<i>Buyer 4 ke Buyer 2</i>	8.000	Rp/4 unit



4.6.2 Contoh Perhitungan Model Tanpa Koordinasi

A. Pembeli

Langkah 1: *Generate Data Permintaan Pembeli*

Data permintaan dalam penelitian ini bersifat probabilistik dimana data dapat berdistribusi normal atau *uniform* dengan jumlah permintaan setiap bulan yang bervariasi. Data permintaan disini merupakan permintaan yang diterima oleh *Buyer 1* untuk Produk Batik 1 selama periode 60 bulan. Rata-rata distribusi permintaan untuk *Buyer 1* pada Produk Batik 1 adalah sebesar 300 unit dengan standar deviasi sebesar 35 unit. Berikut merupakan hasil *generate* data permintaan konsumen untuk *Buyer 1* Produk Batik 1 selama periode 60 bulan:

Tabel 4. 7 Data Permintaan Konsumen

Periode (bulan)	Permintaan (unit)	Periode (bulan)	Permintaan (unit)	Periode (bulan)	Permintaan (unit)
1	264	21	265	41	270
2	261	22	299	42	311
3	309	23	332	43	267
4	334	24	343	44	339
5	252	25	325	45	280
6	301	26	253	46	319
7	332	27	311	47	293
8	310	28	269	48	328
9	336	29	242	49	227
10	288	30	325	50	352
11	288	31	239	51	304
12	276	32	272	52	292
13	287	33	335	53	324
14	291	34	363	54	277
15	309	35	274	55	270
16	300	36	333	56	358
17	355	37	315	57	368
18	346	38	256	58	263
19	247	39	332	59	290
20	252	40	304	60	331

Selain menerima permintaan dari konsumen, *Buyer 1* juga menerima permintaan dari *Buyer 2* dan *Buyer 3* sebagaimana konsep *lateral transshipment* dimana pembeli dapat saling memenuhi permintaan dari satu sama lain. Pola permintaan dari pembeli lain berdistribusi *uniform*, untuk *Buyer 2* memiliki batas bawah 2 dan batas atas 10,

sedangkan *Buyer 3* memiliki batas bawah 2 dan batas atas 15. Berikut merupakan hasil *generate* permintaan dari *Buyer 2* kepada *Buyer 1*:

Tabel 4. 8 Data Permintaan Antar Pembeli

Periode (bulan)	Permintaan (unit)	Periode (bulan)	Permintaan (unit)	Periode (bulan)	Permintaan (unit)
1	0	21	0	41	0
2	5	22	3	42	9
3	9	23	0	43	9
4	8	24	8	44	0
5	0	25	0	45	10
6	0	26	0	46	0
7	0	27	7	47	5
8	0	28	0	48	0
9	8	29	0	49	3
10	7	30	0	50	6
11	2	31	0	51	10
12	8	32	4	52	0
13	0	33	0	53	6
14	0	34	3	54	10
15	9	35	0	55	0
16	5	36	0	56	7
17	10	37	0	57	0
18	7	38	3	58	10
19	0	39	0	59	2
20	5	40	0	60	3

Berikut merupakan data *generate* permintaan dari *Buyer 3* kepada *Buyer 1* untuk Produk Batik 1:

Tabel 4. 9 Data Permintaan Antar Pembeli

Periode (bulan)	Permintaan (unit)	Periode (bulan)	Permintaan (unit)	Periode (bulan)	Permintaan (unit)
1	0	21	0	41	7
2	2	22	14	42	0
3	0	23	15	43	14
4	0	24	0	44	0
5	13	25	0	45	0
6	3	26	15	46	11
7	12	27	4	47	0
8	0	28	0	48	8
9	0	29	0	49	0
10	5	30	7	50	6
11	0	31	0	51	12
12	10	32	0	52	12

Periode (bulan)	Permintaan (unit)	Periode (bulan)	Permintaan (unit)	Periode (bulan)	Permintaan (unit)
13	0	33	5	53	0
14	0	34	3	54	0
15	3	35	0	55	14
16	0	36	10	56	8
17	11	37	15	57	14
18	0	38	7	58	6
19	0	39	13	59	0
20	0	40	0	60	7

Langkah 2: Model Perhitungan Total Permintaan, Total Persediaan, dan *Lost Sales*

Dalam subbab ini akan ditampilkan contoh perhitungan model untuk *Buyer 1* pada Produk Batik 1 saja, perhitungan lengkap akan dilampirkan pada lembar lampiran.

Kebijakan produksi yang digunakan untuk *Buyer 1* untuk Produk Batik 1 berdasarkan hasil optimasi *solver evolutionary* adalah sebagai berikut:

Persediaan Awal	Jumlah pemesanan Q (unit)	Reorder Point (unit)	Lead time (bulan)
300	609	1605	1

Tabel 4. 10 Contoh Model Persediaan *Buyer 1* untuk Produk Batik 1

Bulan	Stok Persediaan Awal (unit)	Total Permintaan (D)	Stok Persediaan Akhir (I)	Jumlah Pesan Pesan (Q)	Jumlah Pesan ke Buyer 5 (D)	Jumlah Lost Sales (X)	Stok mutlak Persediaan Akhir (unit)
1	300	264	36	609	5	0	36
2	645	268	377	0	0	0	377
3	377	318	59	609	0	0	59
4	668	342	326	0	3	0	326
5	326	265	61	609	4	0	61
6	670	304	366	0	0	0	366
7	366	344	22	609	0	0	22
8	631	310	321	0	3	0	321
9	321	344	-23	609	0	23	0
10	609	300	309	0	3	0	309
11	309	290	19	609	3	0	19
12	628	294	334	0	2	0	334
13	334	287	47	609	5	0	47
14	656	291	365	0	3	0	365
15	365	321	44	609	3	0	44

Bulan	Stok Persediaan Awal (unit)	Total Permintaan (D)	Stok Persediaan Akhir (I)	Jumlah Pesanan (Q)	Jumlah Pesanan ke Buyer 5 (D)	Jumlah Lost Sales (X)	Stok mutlak Persediaan Akhir (unit)
16	653	305	348	0	3	0	348
17	348	376	-28	609	0	28	0
18	609	353	256	0	2	0	256
19	256	247	9	609	0	0	9
20	618	257	361	0	0	0	361
21	361	265	96	609	4	0	96
22	705	316	389	0	0	0	389
23	389	347	42	609	2	0	42
24	651	351	300	0	0	0	300
25	300	325	-25	609	2	25	0
26	609	268	341	0	3	0	341
27	341	322	19	609	0	0	19
28	628	269	359	0	0	0	359
29	359	242	117	609	2	0	117
30	726	332	394	0	0	0	394
31	394	239	155	609	4	0	155
32	764	276	488	0	0	0	488
33	488	340	148	609	3	0	148
34	757	369	388	0	0	0	388
35	388	274	114	609	0	0	114
36	723	343	380	0	2	0	380
37	380	330	50	609	0	0	50
38	659	266	393	0	3	0	393
39	393	345	48	609	0	0	48
40	657	304	353	0	0	0	353
41	353	277	76	609	3	0	76
42	685	320	365	0	2	0	365
43	365	290	75	609	0	0	75
44	684	339	345	0	0	0	345
45	345	290	55	609	0	0	55
46	664	330	334	0	3	0	334
47	334	298	36	609	0	0	36
48	645	336	309	0	3	0	309
49	309	230	79	609	3	0	79
50	688	364	324	0	0	0	324
51	324	326	-2	609	0	2	0
52	609	304	305	0	0	0	305
53	305	330	-25	609	5	25	0
54	609	287	322	0	0	0	322
55	322	284	38	609	0	0	38
56	647	373	274	0	4	0	274
57	274	382	-108	609	3	108	0
58	609	279	330	0	0	0	330

Bulan	Stok Persediaan Awal (unit)	Total Permintaan (D)	Stok Persediaan Akhir (I)	Jumlah Pesan (Q)	Jumlah Pesan ke Buyer 5 (D)	Jumlah Lost Sales (X)	Stok mutlak Persediaan Akhir (unit)
59	330	292	38	609	0	0	38
60	647	341	306	0	0	0	306
Total				18270	90	211	11845

Berdasarkan perhitungan tersebut diperoleh jumlah pemesanan kepada pemasok, jumlah pemesanan kepada pembeli lain, jumlah *Lost Sales* serta jumlah persediaan akhir. Untuk itu kemudian dilakukan perhitungan biaya-biaya milik pembeli.

Langkah 3: Melakukan optimasi Q_b dan r_b

Optimasi Q_b dan r_b dilakukan menggunakan *solver Ms. Excel* dengan algoritma *Evolutionary*. Fungsi tujuan yang dipilih adalah total biaya pembeli dengan variabel pengubah adalah Q_b dan r_b dengan batasan-batasan seperti:

1. Q_b dan r_b lebih dari sama dengan 0 yang bernilai positif
2. Q_b dan r_b merupakan bilangan integer

Hasil optimasi nilai Q_b dan r_b optimum adalah sebagai berikut:

Jumlah pemesanan Q_b (unit)	Reorder Point (unit)
609	1605

Langkah 4: Perhitungan Biaya Persediaan

Perhitungan biaya persediaan pembeli adalah dengan melakukan perkalian antara total persediaan dengan biaya simpan pembeli untuk *Buyer 1* Produk Batik 1 pada periode 60 bulan. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$HC_b = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p I_{btp} \times h_b$$

$$HC_{11} = 11.845 \times 2000$$

$$HC_{11} = \text{Rp } 23.690.000$$

Langkah 5: Menghitung Biaya *Lost Sales* Pembeli

Biaya *Lost Sales* pembeli dihitung dengan mengalikan antara total *Lost Sales* dengan biaya *Lost Sales* untuk *Buyer 1* Produk Batik 1. Hasil perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$SC_{11} = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p X_{btp} \times \pi_b$$

$$HC_{11} = 211 \times 20.000$$

$$HC_{11} = \text{Rp } 4.220.000$$

Langkah 6: Menghitung Biaya Pemesanan Pembeli

Biaya pemesanan untuk pembeli terbagi menjadi dua jenis, yaitu biaya pemesanan ke pemasok dan biaya pemesanan antar pembeli. Dalam contoh ini *Buyer 1* melakukan pemesanan ke pemasok dan juga melakukan pemesanan ke *Buyer 5*. Oleh sebab itu biaya pemesanan ke pemasok dapat dihitung sebagai berikut:

$$OC_{bvp} = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p Q_{btp} \times A$$

$$OC_{v11} = 18.270 \times \left(\frac{13.000}{4pcs} \right)$$

$$OC_{v11} = \text{Rp } 59.377.500$$

Sedangkan biaya pemesanan ke *Buyer 5* dapat dihitung sebagai berikut:

$$OC_{bvp} = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p D_{btp} \times A_{bb}$$

$$OC_{b11} = 90 \times \left(\frac{13.000}{4pcs} \right)$$

$$OC_{b11} = \text{Rp } 292.500$$

Langkah 7: Menghitung Total Biaya Pembeli

Perhitungan total biaya pembeli untuk *Buyer 1* Produk Batik 1 adalah sebagai berikut:

$$JTC = HC_b + SC_b + OC_{bv} + OC_{bb}$$

$$JTC = 23.690.000 + 4.220.000 + \text{Rp } 59.377.500 + 292.500$$

$$JTC = \text{Rp } 87.580.000$$

B. Pemasok

Langkah 1: Menghitung total permintaan, persediaan akhir, dan *Lost Sales*.

Perhitungan model milik pemasok dilakukan untuk setiap produk dengan permintaan berupa akumulasi jumlah pemesanan dari setiap pembeli. Model simulasi di bawah ini merupakan model milik pemasok yang data permintaannya berasal dari jumlah pemesanan dari pembeli 1 hingga pembeli 5, perhitungan lengkap terlampir pada lembar lampiran. Kebijakan produksi untuk Produk Batik 1 berikut didapatkan dari hasil optimasi menggunakan algoritma *evolutionary* menggunakan *Microsoft Excel*:

Persediaan Awal <i>I₀</i> (unit)	Jumlah produksi <i>P</i> (unit)	Titik produksi kembali <i>r_v</i> (unit)	<i>Lead time</i> (bulan)
1405	1406	28	1

Berikut merupakan model simulasi milik pemasok untuk Produk Batik 1:

Tabel 4. 11 Contoh Model Simulasi Pemasok Produk Batik 1

Bulan	Stok Persediaan Awal (<i>I₀</i>)	Total Permintaan ($\sum Q$)	Stok <i>Inventory</i> Akhir (<i>I</i>)	Jumlah Produksi (<i>P</i>)	Jumlah <i>Lost Sales</i> (<i>X</i>)	Stok mutlak Persediaan Akhir (<i>I</i>)
1	1405	1405	0	1406	0	0
2	1406	0	1406	0	0	1406
3	1406	1405	1	1406	0	1
4	1407	0	1407	0	0	1407
5	1407	1405	2	1406	0	2
6	1408	0	1408	0	0	1408
7	1408	1405	3	1406	0	3
8	1409	0	1409	0	0	1409
9	1409	1405	4	1406	0	4
10	1410	0	1410	0	0	1410
11	1410	1405	5	1406	0	5
12	1411	0	1411	0	0	1411
13	1411	1405	6	1406	0	6
14	1412	0	1412	0	0	1412
15	1412	1123	289	0	0	289
16	289	282	7	1406	0	7
17	1413	1123	290	0	0	290
18	290	282	8	1406	0	8
19	1414	1123	291	0	0	291
20	291	282	9	1406	0	9
21	1415	1123	292	0	0	292
22	292	282	10	1406	0	10

Bulan	Stok Persediaan Awal (I_0)	Total Permintaan (ΣQ)	Stok Inventory Akhir (I)	Jumlah Produksi (P)	Jumlah Lost Sales (X)	Stok mutlak Persediaan Akhir (I)
23	1416	1123	293	0	0	293
24	293	282	11	1406	0	11
25	1417	1123	294	0	0	294
26	294	282	12	1406	0	12
27	1418	1123	295	0	0	295
28	295	282	13	1406	0	13
29	1419	1123	296	0	0	296
30	296	282	14	1406	0	14
31	1420	1123	297	0	0	297
32	297	282	15	1406	0	15
33	1421	1123	298	0	0	298
34	298	282	16	1406	0	16
35	1422	1123	299	0	0	299
36	299	282	17	1406	0	17
37	1423	1123	300	0	0	300
38	300	282	18	1406	0	18
39	1424	1123	301	0	0	301
40	301	282	19	1406	0	19
41	1425	1123	302	0	0	302
42	302	282	20	1406	0	20
43	1426	1123	303	0	0	303
44	303	282	21	1406	0	21
45	1427	1123	304	0	0	304
46	304	282	22	1406	0	22
47	1428	1123	305	0	0	305
48	305	282	23	1406	0	23
49	1429	1123	306	0	0	306
50	306	282	24	1406	0	24
51	1430	1123	307	0	0	307
52	307	282	25	1406	0	25
53	1431	1123	308	0	0	308
54	308	282	26	1406	0	26
55	1432	1123	309	0	0	309
56	309	282	27	1406	0	27
57	1433	1123	310	0	0	310
58	310	282	28	1406	0	28
59	1434	1123	311	0	0	311
60	311	282	29	0	0	29
Total				40774	0	17198

Langkah 2: Melakukan optimasi nilai P dan r_v

Optimasi P dan r_v dilakukan menggunakan *solver Ms. Excel* dengan algoritma *Evolutionary*. Fungsi tujuan yang dipilih adalah total biaya pemasok dengan variabel pengubah adalah P dan r_v dengan batasan-batasan seperti:

- Nilai P dan r_v lebih dari sama dengan 0 yang bernilai positif
- Nilai P dan r_v merupakan bilangan integer
- Nilai P lebih besar sama dengan nilai D maksimum

Hasil optimasi nilai P dan r_v optimum untuk Produk Batik 1 adalah sebagai berikut:

Jumlah Produksi P (unit)	Titik produksi kembali r_v (unit)
1406	28

Langkah 3: Menghitung Biaya Persediaan Pemasok

$$HC_v = \sum_{p=1}^p \sum_{t=1}^t I_{vtp} \times h_{vp}$$

$$HC_v = 17198 \times 3500$$

$$HC_v = \text{Rp } 60.193.000$$

Langkah 4: Menghitung Biaya *Lost Sales* Pemasok

$$SC_v = \sum_{p=1}^p \sum_{t=1}^t X_{vtp} \times \pi_{vp}$$

$$SC_v = 0 \times 5500$$

$$SC_v = \text{Rp } 0$$

Langkah 5: Menghitung Biaya *Setup*

$$SC = \sum_{p=1}^p \sum_{t=1}^t P \times S$$

$$SC = 40774 \times 5700$$

$$SC = \text{Rp } 232.411.800$$

Langkah 6: Menghitung Total Biaya Pemasok

Total biaya pemasok untuk Produk Batik 1 adalah sebagai berikut:

$$JTC = HC_v + SC_v + SC$$

$$JTC = 60.193.000 + 0 + 232.411.800$$

$$JTC = \text{Rp } 292.604.800$$

4.6.3 Rangkuman Hasil Perhitungan Model Tanpa Koordinasi

4.6.3.1 Produk Batik 1

A. Biaya-Biaya Pembeli

Hasil perhitungan total biaya persediaan berdasarkan total persediaan dikalikan dengan biaya persediaan per unit pada Produk Batik 1 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 12 Perhitungan Biaya Persediaan Pembeli Produk Batik 1

Pembeli	Total Persediaan Akhir (unit)	Biaya Persediaan (Rp/unit)	Total Biaya Persediaan (Rp)
<i>Buyer 1</i>	11845	2000	23.690.000
<i>Buyer 2</i>	6014	2000	12.028.000
<i>Buyer 3</i>	2687	2000	5.374.000
<i>Buyer 4</i>	6262	2000	12.524.000
<i>Buyer 5</i>	4364	2000	8.728.000

Berikut merupakan hasil perhitungan biaya *Lost Sales* pembeli untuk Produk Batik 1:

Tabel 4. 13 Perhitungan Biaya *Lost Sales* Pembeli Produk Batik 1

Pembeli	Total <i>Lost Sales</i> (unit)	Biaya <i>Lost Sales</i> (Rp/unit)	Total Biaya <i>Lost Sales</i> (Rp)
<i>Buyer 1</i>	211	20000	4.220.000
<i>Buyer 2</i>	241	25000	6.025.000
<i>Buyer 3</i>	38	25000	950.000
<i>Buyer 4</i>	15	35000	525.000
<i>Buyer 5</i>	96	25000	2.400.000

Berikut merupakan hasil perhitungan biaya pemesanan dari pembeli ke pemasok untuk Produk Batik 1:

Tabel 4. 14 Perhitungan Biaya Pesan ke Pemasok Produk Batik 1

Pembeli	Total Pesan (unit)	Biaya Pesan (Rp/4 unit)	Total Biaya Pesan ke Pemasok (Rp)
<i>Buyer 1</i>	18270	13000	59.377.500

<i>Buyer 2</i>	9180	8000	18.360.000
<i>Buyer 3</i>	2880	10000	7.200.000
<i>Buyer 4</i>	8460	8000	16.920.000
<i>Buyer 5</i>	3360	13000	10.920.000

Berikut merupakan hasil perhitungan biaya pemesanan dalam *transshipment* antar pembeli untuk Produk Batik 1:

Tabel 4. 15 Perhitungan Biaya Pesan Antar *Buyer* Produk Batik 1

Pembeli	Total Pesan (unit)	Biaya Pesan (Rp/unit)	Total Biaya Pesan Antar Pembeli (Rp)
<i>Buyer 1 ke 5</i>	90	13000	292.500
<i>Buyer 2 ke 1</i>	201	8000	402.000
<i>Buyer 3 ke 1</i>	286	8000	572.000
<i>Buyer 4 ke 2</i>	342	8000	684.000

Rangkuman untuk perhitungan jumlah pesanan optimal serta biaya yang ditanggung oleh pembeli pada Produk Batik 1 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 16 Rangkuman Biaya Pembeli Produk Batik 1

Pembeli	Q_b (unit)	r_b (unit)	Bi. Simpan (Rp)	Bi. Lost Sales (Rp)	Bi. Pesan ke Pemasok (Rp)	Bi. Pesan Antar Pembeli (Rp)	Total Bi. Pembeli (Rp)
<i>Buyer 1</i>	609	1605	23.690.000	4.220.000	59.377.500	292.500	87.580.000
<i>Buyer 2</i>	306	2536	12.028.000	6.025.000	18.360.000	402.000	36.815.000
<i>Buyer 3</i>	96	533	5.374.000	950.000	7.200.000	572.000	14.096.000
<i>Buyer 4</i>	282	112	12.524.000	525.000	16.920.000	684.000	30.653.000
<i>Buyer 5</i>	112	387	8.728.000	2.400.000	10.920.000	-	22.048.000

B. Biaya-biaya Pemasok

Biaya persediaan yang ditanggung oleh pemasok untuk Produk Batik 1 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 17 Perhitungan Biaya Persediaan Pemasok Produk Batik 1

Pemasok	Total Persediaan Akhir (unit)	Biaya Persediaan (Rp/unit)	Total Biaya Persediaan Pemasok (Rp)
<i>Vendor</i>	17198	3500	60.193.000

Biaya *Lost Sales* yang ditanggung oleh pemasok untuk Produk Batik 1 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 18 Perhitungan Biaya *Lost Sales* Pemasok Produk Batik 1

Pemasok	Total <i>Lost Sales</i> (unit)	Biaya <i>Lost Sales</i> (Rp/unit)	Total Biaya <i>Lost Sales</i> Pemasok (Rp)
<i>Vendor</i>	0	5500	0

Biaya setup yang ditanggung oleh pemasok untuk memproduksi Produk Batik 1 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 19 Perhitungan Biaya *Setup* Pemasok Produk Batik 1

Pemasok	Total Jumlah Produksi (unit)	Biaya <i>Setup</i> (Rp/unit)	Total Biaya <i>Setup</i> Pemasok (Rp)
<i>Vendor</i>	40774	5700	232.411.880

Rangkuman untuk perhitungan jumlah produksi optimal dan biaya yang ditanggung oleh pemasok pada Produk Batik 1 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 20 Rangkuman Biaya Pemasok Produk Batik 1

Pembeli	P (unit)	r_v (unit)	Bi. Simpan (Rp)	Bi. <i>Lost</i> <i>Sales</i> (Rp)	Bi. <i>Setup</i> Produksi (Rp)	Total Bi. Pemasok (Rp)
<i>Vendor</i>	1406	28	60.193.000	0	232.411.880	292.604.800

4.6.3.2 Produk Batik 2

A. Biaya-Biaya Pembeli

Berikut merupakan hasil perhitungan biaya simpan pembeli untuk Produk Batik 2:

Tabel 4. 21 Perhitungan Biaya Persediaan Pembeli Produk Batik 2

Pembeli	Total Persediaan Akhir (unit)	Biaya Persediaan (Rp/unit)	Total Biaya Persediaan (Rp)
<i>Buyer 1</i>	1154	2000	2.308.000
<i>Buyer 2</i>	2949	2000	5.898.000
<i>Buyer 3</i>	1863	2000	3.726.000
<i>Buyer 4</i>	2425	2000	4.850.000
<i>Buyer 5</i>	1616	2000	3.232.000

Berikut merupakan hasil perhitungan biaya *Lost Sales* pembeli untuk Produk Batik 2:

Tabel 4. 22 Perhitungan Biaya *Lost Sales* Pembeli Produk Batik 2

Pembeli	Total <i>Lost Sales</i> (unit)	Biaya <i>Lost Sales</i> (Rp/unit)	Total Biaya <i>Lost Sales</i> (Rp)
<i>Buyer 1</i>	37	25000	925.000
<i>Buyer 2</i>	25	25000	625.000
<i>Buyer 3</i>	94	30000	2.820.000
<i>Buyer 4</i>	14	25000	350.000
<i>Buyer 5</i>	10	25000	250.000

Berikut merupakan hasil perhitungan biaya pemesanan dari pembeli ke pemasok untuk Produk Batik 2:

Tabel 4. 23 Perhitungan Biaya Pesan ke Pemasok Produk Batik 2

Pembeli	Total Pesan (unit)	Biaya Pesan (Rp/4unit)	Total Biaya Pesan ke Pemasok (Rp)
<i>Buyer 1</i>	880	13000	2.860.000
<i>Buyer 2</i>	3016	8000	6.032.000
<i>Buyer 3</i>	2310	10000	5.775.000
<i>Buyer 4</i>	2808	8000	5.616.000
<i>Buyer 5</i>	1792	13000	5.824.000

Berikut merupakan hasil perhitungan biaya pemesanan dalam *transshipment* antar pembeli untuk Produk Batik 2:

Tabel 4. 24 Perhitungan Biaya Pesan Antar *Buyer* Produk Batik 2

Pembeli	Total Pesan (unit)	Biaya Pesan (Rp/4unit)	Total Biaya Pesan Antar Pembeli (Rp)
<i>Buyer 1 ke 5</i>	113	13000	367.250
<i>Buyer 2 ke 1</i>	192	8000	384.000
<i>Buyer 3 ke 1</i>	149	8000	298.000
<i>Buyer 4 ke 2</i>	116	8000	232.000

Rangkuman untuk perhitungan jumlah pesanan optimal serta biaya yang ditanggung oleh pembeli pada Produk Batik 2 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 25 Rangkuman Biaya Pembeli Produk Batik 2

Pembeli	Q_b (unit)	r_b (unit)	Bi. Persediaan (Rp)	Bi. <i>Lost</i> <i>Sales</i> (Rp)	Bi. Pesan ke Pemasok (Rp)	Bi. Pesan Antar Pembeli (Rp)	Total Bi. Pembeli (Rp)
<i>Buyer 1</i>	40	13	2.308.000	925.000	2.860.000	367.250	6.460.250

Pembeli	Q_b (unit)	r_b (unit)	Bi. Persediaan (Rp)	Bi. <i>Lost</i> <i>Sales</i> (Rp)	Bi. Pesan ke Pemasok (Rp)	Bi. Pesan Antar Pembeli (Rp)	Total Bi. Pembeli (Rp)
<i>Buyer 2</i>	116	42	5.898.000	625.000	6.032.000	384.000	12.939.000
<i>Buyer 3</i>	77	3638	3.726.000	2.820.000	5.775.000	298.000	12.619.000
<i>Buyer 4</i>	104	35	4.850.000	350.000	5.616.000	232.000	11.048.000
<i>Buyer 5</i>	64	21	3.232.000	250.000	5.824.000	-	9.306.000

B. Biaya-biaya Pemasok

Biaya persediaan yang ditanggung oleh pemasok untuk Produk Batik 2 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 26 Perhitungan Biaya Persediaan Pemasok Produk Batik 2

Pemasok	Total Persediaan Akhir (unit)	Biaya Persediaan (Rp/unit)	Total Biaya Persediaan Pemasok (Rp)
<i>Vendor</i>	4911	3500	17.188.500

Biaya *Lost Sales* yang ditanggung oleh pemasok untuk Produk Batik 2 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 27 Perhitungan Biaya *Lost Sales* Pemasok Produk Batik 2

Pemasok	Total <i>Lost Sales</i> (unit)	Biaya <i>Lost Sales</i> (Rp/unit)	Total Biaya <i>Lost Sales</i> Pemasok (Rp)
<i>Vendor</i>	1821	6500	11.836.500

Biaya setup yang ditanggung oleh pemasok untuk memproduksi Produk Batik 2 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 28 Perhitungan Biaya *Setup* Pemasok Produk Batik 2

Pemasok	Total Jumlah Produksi (unit)	Biaya <i>Setup</i> (Rp/unit)	Total Biaya <i>Setup</i> Pemasok (Rp)
<i>Vendor</i>	10426	5700	59.428.200

Rangkuman untuk perhitungan jumlah produksi optimal dan biaya yang ditanggung oleh pemasok pada Produk Batik 2 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 29 Rangkuman Biaya Pemasok Produk Batik 2

Pembeli	P (unit)	r_v (unit)	Bi. Simpan (Rp)	Bi. Lost Sales (Rp)	Bi. Setup Produksi (Rp)	Total Bi. Pemasok (Rp)
<i>Vendor</i>	401	18	17.188.500	11.836.500	59.428.200	88.453.200

4.6.3.3 Produk Batik 3

A. Biaya-Biaya Pembeli

Berikut merupakan hasil perhitungan biaya simpan pembeli untuk Produk Batik 3:

Tabel 4. 30 Perhitungan Biaya Persediaan Pembeli Produk Batik 3

Pembeli	Total Persediaan Akhir (unit)	Biaya Persediaan (Rp/unit)	Total Biaya Persediaan (Rp)
<i>Buyer 1</i>	2010	2000	4.020.000
<i>Buyer 2</i>	4471	2000	8.942.000
<i>Buyer 3</i>	2820	2000	5.640.000
<i>Buyer 4</i>	2885	2000	5.770.000
<i>Buyer 5</i>	3279	2000	6.558.000

Berikut merupakan hasil perhitungan biaya *Lost Sales* pembeli untuk Produk Batik 3:

Tabel 4. 31 Perhitungan Biaya *Lost Sales* Pembeli Produk Batik 3

Pembeli	Total Lost Sales (unit)	Biaya Lost Sales (Rp/unit)	Total Biaya Lost Sales (Rp)
<i>Buyer 1</i>	44	20000	880.000
<i>Buyer 2</i>	46	25000	1.150.000
<i>Buyer 3</i>	54	25000	1.350.000
<i>Buyer 4</i>	20	25000	500.000
<i>Buyer 5</i>	80	25000	2.000.000

Berikut merupakan hasil perhitungan biaya pemesanan dari pembeli ke pemasok untuk Produk Batik 3:

Tabel 4. 32 Perhitungan Biaya Pesan ke Pemasok Produk Batik 3

Pembeli	Total Pesan (unit)	Biaya Pesan (Rp/4unit)	Total Biaya Pesan ke Pemasok (Rp)
<i>Buyer 1</i>	2640	13000	8.580.000
<i>Buyer 2</i>	7050	8000	14.100.000
<i>Buyer 3</i>	3780	10000	9.450.000
<i>Buyer 4</i>	2900	8000	5.800.000
<i>Buyer 5</i>	5640	13000	18.330.000

Berikut merupakan hasil perhitungan biaya pemesanan dalam *transshipment* antar pembeli untuk Produk Batik 3:

Tabel 4. 33 Perhitungan Biaya Pesan Antar *Buyer* Produk Batik 3

Pembeli	Total Pesan (unit)	Biaya Pesan (Rp/4unit)	Total Biaya Pesan Antar Pembeli (Rp)
<i>Buyer 1 ke 5</i>	102	13000	331.500
<i>Buyer 2 ke 1</i>	289	8000	578.000
<i>Buyer 3 ke 1</i>	237	8000	474.000
<i>Buyer 4 ke 2</i>	281	8000	562.000

Rangkuman untuk perhitungan jumlah pesanan optimal serta biaya yang ditanggung oleh pembeli pada Produk Batik 3 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 34 Rangkuman Biaya Pembeli Produk Batik 3

Pembeli	Q_b (unit)	r_b (unit)	Bi. Persediaan (Rp)	Bi. Lost Sales (Rp)	Bi. Pesan ke Pemasok (Rp)	Bi. Pesan Antar Pembeli (Rp)	Total Bi. Pembeli (Rp)
<i>Buyer 1</i>	88	306	4.020.000	880.000	8.580.000	331.500	13.811.500
<i>Buyer 2</i>	235	907	8.942.000	1.150.000	14.100.000	578.000	24.770.000
<i>Buyer 3</i>	126	1783	5.640.000	1.350.000	9.450.000	474.000	16.914.000
<i>Buyer 4</i>	116	31	5.770.000	500.000	5.800.000	562.000	12.632.000
<i>Buyer 5</i>	188	806	6.558.000	2.000.000	18.330.000	-	26.888.000

B. Biaya-biaya Pemasok

Biaya persediaan yang ditanggung oleh pemasok untuk Produk Batik 3 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 35 Perhitungan Biaya Persediaan Pemasok Produk Batik 3

Pemasok	Total Persediaan Akhir (unit)	Biaya Persediaan (Rp/unit)	Total Biaya Persediaan Pemasok (Rp)
<i>Vendor</i>	18946	3500	66.311.000

Biaya *Lost Sales* yang ditanggung oleh pemasok untuk Produk Batik 3 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 36 Perhitungan Biaya *Lost Sales* Pemasok Produk Batik 3

Pemasok	Total <i>Lost Sales</i> (unit)	Biaya <i>Lost Sales</i> per (Rp/unit)	Total Biaya <i>Lost Sales</i> Pemasok (Rp)
---------	--------------------------------	---------------------------------------	--

<i>Vendor</i>	1309	4000	5.236.000
---------------	------	------	-----------

Biaya setup yang ditanggung oleh pemasok untuk memproduksi Produk Batik 3 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 37 Perhitungan Biaya Setup Pemasok Produk Batik 3

Pemasok	Total Jumlah Produksi (unit)	Biaya Setup (Rp/unit)	Total Biaya Setup Pemasok (Rp)
<i>Vendor</i>	6024	5700	34.336.800

Rangkuman untuk perhitungan jumlah produksi optimal dan biaya yang ditanggung oleh pemasok pada Produk Batik 3 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 38 Rangkuman Biaya Pemasok Produk Batik 3

Pembeli	P (unit)	r_v (unit)	Bi. Simpan (Rp)	Bi. Lost Sales (Rp)	Bi. Setup Produksi (Rp)	Total Bi. Pemasok (Rp)
<i>Vendor</i>	753	0	66.311.000	5.236.000	34.336.800	105.883.800

4.6.3.4 Produk Batik 4

A. Biaya-Biaya Pembeli

Berikut merupakan hasil perhitungan biaya persediaan pembeli untuk Produk Batik 4:

Tabel 4. 39 Perhitungan Biaya Persediaan Pembeli Produk Batik 4

Pembeli	Total Persediaan Akhir (unit)	Biaya Persediaan (Rp/unit)	Total Biaya Persediaan (Rp)
<i>Buyer 1</i>	714	2000	1.428.000
<i>Buyer 2</i>	1288	2000	2.576.000
<i>Buyer 3</i>	3557	2000	7.114.000
<i>Buyer 4</i>	1332	2000	2.664.000
<i>Buyer 5</i>	3565	2000	7.130.000

Berikut merupakan hasil perhitungan biaya *Lost Sales* pembeli untuk Produk Batik 4:

Tabel 4. 40 Perhitungan Biaya *Lost Sales* Pembeli Produk Batik 4

Pembeli	Total Lost Sales (unit)	Biaya Lost Sales (Rp/unit)	Total Biaya Lost Sales (Rp)
<i>Buyer 1</i>	45	20000	900.000
<i>Buyer 2</i>	58	25000	1.450.000
<i>Buyer 3</i>	19	30000	570.000

Pembeli	Total Lost Sales (unit)	Biaya Lost Sales (Rp/unit)	Total Biaya Lost Sales (Rp)
<i>Buyer 4</i>	22	25000	550.000
<i>Buyer 5</i>	68	35000	2.380.000

Berikut merupakan hasil perhitungan biaya pemesanan dari pembeli ke pemasok untuk Produk Batik 4:

Tabel 4. 41 Perhitungan Biaya Pesan ke Pemasok Produk Batik 4

Pembeli	Total Pesan (unit)	Biaya Pesan (Rp/unit)	Total Biaya Pesan ke Pemasok (Rp)
<i>Buyer 1</i>	837	13000	2.720.250
<i>Buyer 2</i>	1320	8000	2.640.000
<i>Buyer 3</i>	3900	10000	9.750.000
<i>Buyer 4</i>	1392	8000	2.784.000
<i>Buyer 5</i>	2961	13000	9.623.250

Berikut merupakan hasil perhitungan biaya pemesanan dalam *transshipment* antar pembeli untuk Produk Batik 4:

Tabel 4. 42 Perhitungan Biaya Pesan Antar *Buyer* Produk Batik 4

Pembeli	Total Pesan (unit)	Biaya Pesan (Rp/unit)	Total Biaya Pesan Antar Pembeli (Rp)
<i>Buyer 1 ke 5</i>	151	13000	490.750
<i>Buyer 2 ke 1</i>	119	8000	238.000
<i>Buyer 3 ke 1</i>	193	8000	386.000
<i>Buyer 4 ke 2</i>	158	8000	316.000

Rangkuman untuk perhitungan jumlah pesanan optimal serta biaya yang ditanggung oleh pembeli pada Produk Batik 4 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 43 Rangkuman Biaya Pembeli Produk Batik 4

Pembeli	Q_b (unit)	r_b (unit)	Bi. Persediaan (Rp)	Bi. Lost Sales (Rp)	Bi. Pesan ke Pemasok (Rp)	Bi. Pesan Antar Pembeli (Rp)	Total Bi. Pembeli (Rp)
<i>Buyer 1</i>	31	9	1.428.000	900.000	2.720.250	490.750	5.539.000
<i>Buyer 2</i>	44	3661	2.576.000	1.450.000	2.640.000	238.000	6.904.000
<i>Buyer 3</i>	130	82	7.114.000	570.000	9.750.000	386.000	17.820.000
<i>Buyer 4</i>	48	22	2.664.000	550.000	2.784.000	316.000	6.314.000
<i>Buyer 5</i>	141	42	7.130.000	2.380.000	9.623.250	-	19.133.250

B. Biaya-biaya Pemasok

Biaya persediaan yang ditanggung oleh pemasok untuk Produk Batik 4 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 44 Perhitungan Biaya Persediaan Pemasok Produk Batik 4

Pemasok	Total Persediaan Akhir (unit)	Biaya Persediaan (Rp/unit)	Total Biaya Persediaan Pemasok (Rp)
<i>Vendor</i>	7103	3500	24.860.500

Biaya *Lost Sales* yang ditanggung oleh pemasok untuk Produk Batik 4 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 45 Perhitungan Biaya *Lost Sales* Pemasok Produk Batik 4

Pemasok	Total <i>Lost Sales</i> (unit)	Biaya <i>Lost Sales</i> (Rp/unit)	Total Biaya <i>Lost Sales</i> Pemasok (Rp)
<i>Vendor</i>	1700	7000	11.900.000

Biaya setup yang ditanggung oleh pemasok untuk memproduksi Produk Batik 3 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 46 Perhitungan Biaya Setup Pemasok Produk Batik 4

Pemasok	Total Jumlah Produksi (unit)	Biaya Setup (Rp/unit)	Total Biaya Setup Pemasok (Rp)
<i>Vendor</i>	8712	5700	49.658.400

Rangkuman untuk perhitungan jumlah produksi optimal dan biaya yang ditanggung oleh pemasok pada Produk Batik 4 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 47 Rangkuman Biaya Pemasok Produk Batik 4

Pembeli	P (unit)	r_v (unit)	Bi. Simpan (Rp)	Bi. <i>Lost Sales</i> (Rp)	Bi. Setup Produksi (Rp)	Total Bi. Pemasok (Rp)
<i>Vendor</i>	396	2	24.860.500	11.900.000	49.658.400	86.418.900

4.6.3.5 Produk Batik 5

A. Biaya-Biaya Pembeli

Berikut merupakan hasil perhitungan biaya simpan pembeli untuk Produk Batik 5:

Tabel 4. 48 Perhitungan Biaya Persediaan Pembeli Produk Batik 5

Pembeli	Total Persediaan Akhir (unit)	Biaya Persediaan (Rp/unit)	Total Biaya Persediaan (Rp)
<i>Buyer 1</i>	3433	2000	6.866.000
<i>Buyer 2</i>	3195	2000	6.390.000
<i>Buyer 3</i>	1235	2000	2.470.000
<i>Buyer 4</i>	904	2000	1.808.000
<i>Buyer 5</i>	4574	2000	9.148.000

Berikut merupakan hasil perhitungan biaya *Lost Sales* pembeli untuk Produk Batik 5:

Tabel 4. 49 Perhitungan Biaya *Lost Sales* Pembeli Produk Batik 5

Pembeli	Total <i>Lost Sales</i>	Biaya <i>Lost Sales</i> per unit	Total Biaya <i>Lost Sales</i>
<i>Buyer 1</i>	96	25000	2.400.000
<i>Buyer 2</i>	77	25000	1.925.000
<i>Buyer 3</i>	29	25000	725.000
<i>Buyer 4</i>	65	25000	1.625.000
<i>Buyer 5</i>	100	30000	3.000.000

Berikut merupakan hasil perhitungan biaya pemesanan dari pembeli ke pemasok untuk Produk Batik 5:

Tabel 4. 50 Perhitungan Biaya Pesan ke Pemasok Produk Batik 5

Pembeli	Total Pesan	Biaya Pesan/4unit	Total Biaya Pesan ke Pemasok
<i>Buyer 1</i>	5550	13000	18.037.500
<i>Buyer 2</i>	4620	8000	9.240.000
<i>Buyer 3</i>	1320	10000	3.300.000
<i>Buyer 4</i>	1146	8000	2.292.000
<i>Buyer 5</i>	5654	13000	18.375.500

Berikut merupakan hasil perhitungan biaya pemesanan dalam *transshipment* antar pembeli untuk Produk Batik 5:

Tabel 4. 51 Perhitungan Biaya Pesan Antar *Buyer* Produk Batik 5

Pembeli	Total Pesan	Biaya Pesan/4unit	Total Biaya Pesan Antar Pembeli
<i>Buyer 1 ke 5</i>	210	13000	682.500
<i>Buyer 2 ke 1</i>	185	8000	370.000
<i>Buyer 3 ke 1</i>	166	8000	332.000
<i>Buyer 3 ke 5</i>	150	8000	300.000
<i>Buyer 4 ke 2</i>	58	8000	116.000

Rangkuman untuk perhitungan jumlah pesanan optimal serta biaya yang ditanggung oleh pembeli pada Produk Batik 5 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 52 Rangkuman Biaya Pembeli Produk Batik 5

Pembeli	Q_b	r_b	Bi. Persediaan	Bi. Lost Sales	Bi. Pesan ke Pemasok	Bi. Pesan Antar Pembeli	Total Bi. Pembeli
Buyer 1	185	64	6.866.000	2.400.000	18.037.500	682.500	27.986.000
Buyer 2	154	798	6.390.000	1.925.000	9.240.000	370.000	17.925.000
Buyer 3	44	737	2.470.000	725.000	3.300.000	632.000	7.127.000
Buyer 4	38	148	1.808.000	1.625.000	2.292.000	116.000	5.841.000
Buyer 5	187	307	9.148.000	3.000.000	18.375.500	-	30.523.500

B. Biaya-biaya Pemasok

Biaya persediaan yang ditanggung oleh pemasok untuk Produk Batik 5 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 53 Perhitungan Biaya Persediaan Pemasok Produk Batik 5

Pemasok	Total Persediaan Akhir	Biaya Persediaan per unit	Total Biaya Persediaan Pemasok
Vendor	4595	3500	16.082.500

Biaya *Lost Sales* yang ditanggung oleh pemasok untuk Produk Batik 5 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 54 Perhitungan Biaya *Lost Sales* Pemasok Produk Batik 5

Pemasok	Total Lost Sales	Biaya Lost Sales per unit	Total Biaya Lost Sales Pemasok
Vendor	4160	4000	16.640.000

Biaya *Setup* yang ditanggung oleh pemasok untuk memproduksi Produk Batik 5 adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 55 Perhitungan Biaya *Setup* Pemasok Produk Batik 5

Pemasok	Total Jumlah Produksi	Biaya <i>Setup</i> per unit	Total Biaya <i>Setup</i> Pemasok
Vendor	14130	5700	80.541.000

Rangkuman untuk perhitungan jumlah produksi optimal dan biaya yang ditanggung oleh pemasok pada Produk Batik 5 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 56 Rangkuman Biaya Pemasok Produk Batik 5

Pembeli	P	r_v	Bi. Simpan	Bi. Lost Sales	Bi. Setup Produksi	Total Bi. Pemasok
Vendor	471	0	16.082.500	16.640.000	80.541.000	113.263.500

4.6.4 Rangkuman Hasil Perhitungan Model Dengan Koordinasi

Dalam perhitungan model dengan koordinasi perhitungan dilakukan dengan mengoptimalkan total biaya gabungan, dimana fungsi tujuan adalah minimasi dari total biaya gabungan pembeli dan pemasok. Berikut merupakan rangkuman perhitungan dari model dengan koordinasi.

4.6.4.1 Produk Batik 1

Perhitungan jumlah pesanan optimal serta biaya yang ditanggung oleh pembeli pada Produk Batik 1 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 57 Rangkuman Biaya Pembeli Produk Batik 1

Pembeli	Q_b^* (unit)	r_b^* (unit)	Bi. Simpan (Rp)	Bi. Lost Sales (Rp)	Bi. Pesan ke Pemasok (Rp)	Bi. Pesan Antar Pembeli (Rp)	Total Bi. Pembeli (Rp)
Buyer 1	609	1605	23.690.000	4.220.000	59.377.500	292.500	87.580.000
Buyer 2	306	2536	12.028.000	6.025.000	18.360.000	402.000	36.815.000
Buyer 3	96	533	5.374.000	950.000	7.200.000	572.000	14.096.000
Buyer 4	282	112	12.524.000	525.000	16.920.000	684.000	30.653.000
Buyer 5	112	387	8.728.000	2.400.000	10.920.000	-	22.048.000
Total Biaya Semua Pembeli							191.192.000

Perhitungan jumlah produksi optimal dan biaya yang ditanggung oleh pemasok pada Produk Batik 1 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 58 Rangkuman Biaya Pemasok Produk Batik 1

Pembeli	P (unit)	r_v (unit)	Bi. Simpan (Rp)	Bi. Lost Sales (Rp)	Bi. Setup Produksi (Rp)	Total Bi. Pemasok (Rp)
Vendor	1406	28	60.193.000	0	232.411.880	292.604.800

Tabel 4. 59 Total Biaya Gabungan Produk Batik 1

Total Biaya Semua Pembeli (Rp)	Total Biaya Pemasok (Rp)	Total Biaya Gabungan (Rp)
191.192.000	292.604.800	483.796.800

Pada Tabel 4.57 dapat dijelaskan nilai Q_b^* dan r_b^* optimal, kemudian nilai P optimal yaitu 1406 unit dengan titik produksi kembali sebesar 28 unit; biaya semua pembeli adalah Rp.191.192.000,00 dan biaya pemasok adalah sebesar Rp.292.604.800,00 Sehingga diketahui total biaya gabungan untuk Produk Batik 1 adalah sebesar Rp483.796.800,00.

4.6.4.2 Produk Batik 2

Rangkuman untuk perhitungan jumlah pesanan optimal serta biaya yang ditanggung oleh pembeli pada Produk Batik 2 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 60 Rangkuman Biaya Pembeli Produk Batik 2

Pembeli	Q_b^* (unit)	r_b^* (unit)	Bi. Persediaan (Rp)	Bi. Lost Sales (Rp)	Bi. Pesan ke Pemasok (Rp)	Bi. Pesan Antar Pembeli (Rp)	Total Bi. Pembeli (Rp)
<i>Buyer 1</i>	40	13	2.308.000	925.000	2.860.000	367.250	6.460.250
<i>Buyer 2</i>	116	42	5.898.000	625.000	6.032.000	384.000	12.939.000
<i>Buyer 3</i>	84	40	4.274.000	930.000	5.880.000	298.000	11.382.000
<i>Buyer 4</i>	104	35	4.850.000	350.000	5.616.000	232.000	11.048.000
<i>Buyer 5</i>	64	21	3.232.000	250.000	5.824.000	-	9.306.000

Berikut merupakan rangkuman biaya yang dikeluarkan pemasok untuk Produk Batik 2:

Tabel 4. 61 Rangkuman Biaya Pemasok Produk Batik 2

Pembeli	P^* (unit)	r_v^* (unit)	Bi. Persediaan (Rp)	Bi. Lost Sales (Rp)	Bi. Setup Produksi (Rp)	Total Bi. Pemasok (Rp)
<i>Vendor</i>	421	32	18.861.500	6.896.500	59.992.500	85.750.500

Tabel 4. 62 Total Biaya Gabungan Produk Batik 2

Total Biaya Semua Pembeli (Rp)	Total Biaya Pemasok (Rp)	Total Biaya Gabungan (Rp)
51.135.250	85.750.500	136.885.750

Pada Tabel 4.60 dapat dijelaskan nilai Q_b^* dan r_b optimal, kemudian nilai P optimal yaitu 421 unit dengan titik produksi kembali sebesar 32 unit; biaya semua pembeli adalah Rp51.135.250,00 dan biaya pemasok adalah sebesar Rp85.750.500,00. Sehingga diketahui total biaya gabungan untuk Produk Batik 2 adalah sebesar Rp136.885.750,00.

4.6.4.3 Produk Batik 3

Rangkuman untuk perhitungan jumlah pesanan optimal serta biaya yang ditanggung oleh pembeli pada Produk Batik 3 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 63 Rangkuman Biaya Pembeli Produk Batik 3

Pembeli	Q_b^* (unit)	r_b^* (unit)	Bi. Persediaan (Rp)	Bi. Lost Sales (Rp)	Bi. Pesan ke Pemasok (Rp)	Bi. Pesan Antar Pembeli (Rp)	Total Bi. Pembeli (Rp)
Buyer 1	88	306	4.020.000	880.000	8.580.000	331.500	13.811.500
Buyer 2	235	907	8.942.000	1.150.000	14.100.000	578.000	24.770.000
Buyer 3	126	1783	5.640.000	1.350.000	9.450.000	474.000	16.914.000
Buyer 4	116	31	5.770.000	500.000	5.800.000	562.000	12.632.000
Buyer 5	188	806	6.558.000	2.000.000	18.330.000	-	26.888.000

Rangkuman untuk perhitungan jumlah produksi optimal dan biaya yang ditanggung oleh pemasok pada Produk Batik 3 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 64 Rangkuman Biaya Pemasok Produk Batik 3

Pembeli	P^* (unit)	r_v^* (unit)	Bi. Simpan (Rp)	Bi. Lost Sales (Rp)	Bi. Setup Produksi (Rp)	Total Bi. Pemasok (Rp)
Vendor	753	0	66.311.000	5.236.000	34.336.800	105.883.800

Tabel 4. 65 Total Biaya Gabungan Produk Batik 3

Total Biaya Semua Pembeli (Rp)	Total Biaya Pemasok (Rp)	Total Biaya Gabungan (Rp)
95.015.500	105.883.800	200.899.300

Pada Tabel 4.63 dapat dijelaskan nilai Q_b^* dan r_b optimal, kemudian nilai P optimal yaitu 753 unit dengan titik produksi kembali sebesar 0 unit; biaya semua pembeli adalah Rp51.135.250,00 dan biaya pemasok adalah sebesar Rp85.750.500,00. Sehingga diketahui total biaya gabungan untuk Produk Batik 3 adalah sebesar Rp136.885.750,00.

4.6.4.4 Produk Batik 4

Rangkuman untuk perhitungan jumlah pesanan optimal serta biaya yang ditanggung oleh pembeli pada Produk Batik 4 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 66 Rangkuman Biaya Pembeli Produk Batik 4

Pembeli	Q_b^* (unit)	r_b^* (unit)	Bi. Persediaan (Rp)	Bi. Lost Sales (Rp)	Bi. Pesan ke Pemasok (Rp)	Bi. Pesan Antar Pembeli (Rp)	Total Bi. Pembeli (Rp)
Buyer 1	31	9	1.428.000	900.000	2.720.250	490.750	5.539.000
Buyer 2	44	3661	2.576.000	1.450.000	2.640.000	238.000	6.904.000
Buyer 3	130	82	7.114.000	570.000	9.750.000	386.000	17.820.000
Buyer 4	48	22	2.664.000	550.000	2.784.000	316.000	6.314.000
Buyer 5	141	42	7.130.000	2.380.000	9.623.250	-	19.133.250

Rangkuman untuk perhitungan jumlah produksi optimal dan biaya yang ditanggung oleh pemasok pada Produk Batik 4 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 67 Rangkuman Biaya Pemasok Produk Batik 4

Pembeli	P^* (unit)	r^* (unit)	Bi. Simpan (Rp)	Bi. Lost Sales (Rp)	Bi. Setup Produksi (Rp)	Total Bi. Pemasok (Rp)
Vendor	395	1	24.654.000	12.047.000	49.533.000	86.234.000

Tabel 4. 68 Total Biaya Gabungan Produk Batik 4

Total Biaya Semua Pembeli (Rp)	Total Biaya Pemasok (Rp)	Total Biaya Gabungan (Rp)
55.710.250	86.234.000	141.944.250

Pada Tabel 4.66 dapat dijelaskan nilai Q_b^* dan r_b optimal, kemudian nilai P optimal yaitu 395 unit dengan titik produksi kembali sebesar 1 unit; biaya semua pembeli adalah Rp55.710.250,00 dan biaya pemasok adalah sebesar Rp86.234.000,00. Sehingga diketahui total biaya gabungan untuk Produk Batik 4 adalah sebesar Rp141.944.250,00.

4.6.4.5 Produk Batik 5

Rangkuman untuk perhitungan jumlah pesanan optimal serta biaya yang ditanggung oleh pembeli pada Produk Batik 5 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 69 Rangkuman Biaya Pembeli Produk Batik 5

Pembeli	Q_b^* (unit)	r_b^* (unit)	Bi. Persediaan (Rp)	Bi. <i>Lost</i> <i>Sales</i> (Rp)	Bi. Pesan ke Pemasok (Rp)	Bi. Pesan Antar Pembeli (Rp)	Total Bi. Pembeli (Rp)
<i>Buyer 1</i>	181	788	7.034.000	2.950.000	17.647.500	682.500	28.314.000
<i>Buyer 2</i>	154	798	6.390.000	1.925.000	9.240.000	370.000	17.925.000
<i>Buyer 3</i>	44	737	2.470.000	725.000	3.300.000	632.000	7.127.000
<i>Buyer 4</i>	38	148	1.808.000	1.625.000	2.292.000	116.000	5.841.000
<i>Buyer 5</i>	187	307	9.148.000	3.000.000	18.375.500	-	30.523.500

Rangkuman untuk perhitungan jumlah produksi optimal dan biaya yang ditanggung oleh pemasok pada Produk Batik 5 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 70 Rangkuman Biaya Pemasok Produk Batik 5

Pembeli	P^* (unit)	r_v^* (unit)	Bi. Simpan (Rp)	Bi. <i>Lost</i> <i>Sales</i> (Rp)	Bi. <i>Setup</i> Produksi (Rp)	Total Bi. Pemasok (Rp)
<i>Vendor</i>	467	0	5.075.000	16.640.000	79.857.000	101.572.000

Tabel 4. 71 Total Biaya Gabungan Produk Batik 5

Total Biaya Semua Pembeli (Rp)	Total Biaya Pemasok (Rp)	Total Biaya Gabungan (Rp)
89.730.500	101.572.000	191.302.500

Pada Tabel 4.69 dapat dijelaskan nilai Q_b^* dan r_b^* optimal, kemudian nilai P optimal yaitu 467 unit dengan titik produksi kembali sebesar 0 unit; biaya semua pembeli adalah Rp89.730.500,00 dan biaya pemasok adalah sebesar Rp101.572.000,00. Sehingga diketahui total biaya gabungan untuk Produk Batik 4 adalah sebesar Rp191.302.500,00.

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Perbandingan Variabel Keputusan

Berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh pada bab sebelumnya, bab ini akan menjelaskan analisis hasil untuk memperlihatkan perbedaan antara beberapa model yang dihasilkan. Model tanpa koordinasi merupakan kondisi awal dimana pembeli dan pemasok melakukan optimalisasi secara masing-masing. Sedangkan model dengan koordinasi merupakan kebijakan integrasi antara pihak-pihak dalam sistem rantai pasok dengan mempertimbangkan total biaya gabungan yang dihasilkan. Tabel 5.1 dan Tabel 5.2 menjelaskan mengenai perbedaan hasil perhitungan variabel keputusan dimana terdapat 4 variabel keputusan dalam penelitian ini yaitu ukuran lot pemesanan optimal (Q_b) dan titik pemesanan kembali (r_b) milik pembeli. Kemudian Tabel 5.2 menjelaskan mengenai ukuran produksi optimal (P) serta titik produksi kembali (r_v) yang dilakukan oleh pemasok.

Tabel 5. 1 Perbandingan Hasil Variabel Keputusan Pembeli

Jenis Produk	Pihak	Model Tanpa Koordinasi		Model Dengan Koordinasi	
		Q_b (unit)	r_b (unit)	Q_b^* (unit)	r_b^* (unit)
Produk Batik 1	Buyer 1	609	1605	609	1605
	Buyer 2	306	2536	306	2536
	Buyer 3	96	533	96	533
	Buyer 4	282	112	282	112
	Buyer 5	112	7883	112	7883
Produk Batik 2	Buyer 1	40	13	40	13
	Buyer 2	116	42	116	42
	Buyer 3	77	3638	84	40
	Buyer 4	104	35	104	35
	Buyer 5	64	21	64	21
Produk Batik 3	Buyer 1	88	306	88	306
	Buyer 2	235	907	235	907
	Buyer 3	126	1783	126	1783
	Buyer 4	116	31	116	31
	Buyer 5	188	1282	188	806
Produk Batik 4	Buyer 1	31	9	31	9
	Buyer 2	44	3661	44	3661
	Buyer 3	130	82	130	82

Jenis Produk	Pihak	Model Tanpa Koordinasi		Model Dengan Koordinasi	
		Q_b (unit)	r_b (unit)	Q_b^* (unit)	r_b^* (unit)
	<i>Buyer 4</i>	48	22	48	22
	<i>Buyer 5</i>	141	42	141	42
Produk Batik 5	<i>Buyer 1</i>	185	64	181	788
	<i>Buyer 2</i>	154	798	154	798
	<i>Buyer 3</i>	44	737	44	737
	<i>Buyer 4</i>	38	148	38	148
	<i>Buyer 5</i>	187	307	187	307

Salah satu variabel yang menjadi pertimbangan keputusan dalam penelitian ini adalah ukuran lot pemesanan optimal (Q_b) yang perlu dilakukan pembeli dalam melakukan pemesanan untuk setiap produknya. Secara umum berdasarkan Tabel 5.1, ukuran pemesanan optimal pada model milik pembeli cenderung konstan dan tidak mengalami perubahan nilai yang signifikan, namun beberapa yang mengalami perubahan terjadi pada milik *Buyer 3* Produk Batik 2 dimana ukuran Q_b mengalami kenaikan dari 77 unit menjadi 84 unit, selain itu pada milik *Buyer 1* Produk Batik 5 mengalami penurunan dari 185 unit menjadi 181 unit.

Pengambilan keputusan selanjutnya mempertimbangkan variabel titik pemesanan kembali yang optimal (r_b). Titik pemesanan kembali artinya pembeli harus melakukan pemesanan ketika stok yang tersedia telah mencapai titik tersebut. Hasil perhitungan pada Tabel 5.1 dapat dilihat bahwa nilai r_b yang mengalami perubahan signifikan terjadi pada milik *Buyer 3* Produk Batik 2 dimana nilai r_b mengalami penurunan dari 3638 unit menjadi 40 unit, selain itu pada milik *Buyer 1* Produk Batik 5 mengalami kenaikan dari 64 unit menjadi 788 unit. Seperti pada variabel Q_b nilai r_b pada *buyer* lainnya tidak mengalami perubahan yang signifikan setelah dilakukan optimasi gabungan.

Tabel 5. 2 Perbandingan Hasil Variabel Keputusan Pemasok

Jenis Produk	Pihak	Model Tanpa Koordinasi		Model Dengan Koordinasi	
		P (unit)	r_v (unit)	P^* (unit)	r_v^* (unit)
Produk Batik 1	<i>Vendor</i>	1406	28	1406	28
Produk Batik 2	<i>Vendor</i>	401	18	421	32
Produk Batik 3	<i>Vendor</i>	753	0	753	0

Jenis Produk	Pihak	Model Tanpa Koordinasi		Model Dengan Koordinasi	
		P (unit)	r_v (unit)	P^* (unit)	r_v^* (unit)
		Produk Batik 4	Vendor	396	2
Produk Batik 5	Vendor	471	0	467	0

Tabel selanjutnya merupakan perbandingan ukuran lot produksi optimal (P) dan titik produksi kembali (r_v) milik pemasok antara kedua model yaitu model tanpa koordinasi dan model dengan koordinasi. Ukuran lot produksi optimal merupakan banyaknya produk yang harus diproduksi untuk memenuhi permintaan dari pembeli, dengan titik produksi kembali merupakan batas dimana pemasok perlu melakukan produksi apabila persediaan pada satu waktu telah mencapai titik tersebut. Optimasi pada kedua variabel dilakukan untuk mendapatkan total biaya persediaan yang minimum. Pada model kondisi awal milik pemasok pada Produk Batik 1 diketahui nilai P sebesar 1406 unit dan tidak mengalami perubahan, pada Produk Batik 3 juga diketahui bahwa nilai P tidak mengalami perubahan setelah dilakukan optimasi gabungan yaitu tetap sebesar 753 unit. Lalu kemudian pada perhitungan Produk Batik 2 nilai P mengalami kenaikan dari 401 unit menjadi 421 unit, pada Produk Batik 4 mengalami penurunan dari 396 unit menjadi 395 unit dan pada Produk Batik 5 mengalami penurunan dari 471 unit menjadi 467 unit.

Variabel lainnya pada perhitungan milik pemasok adalah nilai r_v atau titik produksi kembali, secara umum nilai r_v pemasok tidak mengalami perubahan dari model awal. Nilai r_v yang mengalami perubahan adalah pada Produk Batik 2 yaitu mengalami kenaikan dari 18 unit ke 32 unit, sedangkan pada Produk Batik 4 mengalami penurunan dari 2 unit menjadi 1.

Kenaikan ukuran lot yang perlu diproduksi oleh pemasok secara langsung akan mempengaruhi biaya *setup* produksi, karena semakin banyak produksi maka biaya *setup* yang dikeluarkan juga semakin bertambah. Selain itu, kenaikan ukuran lot produksi mempengaruhi banyaknya produk yang perlu disimpan dimana biaya persediaan yang harus dikeluarkan juga bertambah, namun kenaikan lot produksi dapat mengurangi jumlah *Lost Sales* yang dialami pemasok karena permintaan yang dapat dipenuhi semakin banyak sehingga *Lost Sales* berkurang. Sebaliknya penurunan ukuran lot produksi mempengaruhi berkurangnya produk yang perlu disimpan dan diproduksi sehingga biaya simpan dan biaya *setup* menjadi lebih rendah akan tetapi biaya *Lost*

Sales akan bertambah banyak karena permintaan yang tidak dapat dipenuhi juga semakin meningkat.

5.2 Analisis Perbandingan Total Biaya Pembeli

Berikut merupakan hasil perbandingan total biaya yang dikeluarkan pembeli pada kedua model sebagai hasil dari optimasi lot pemesanan serta titik pemesanan kembali.

Tabel 5. 3 Perbandingan Total Biaya Pembeli

Variabel	Jenis Produk	Pihak	Model Tanpa Koordinasi (Rp)	Model Dengan Koordinasi (Rp)
Total Biaya Pembeli	Produk Batik 1	Buyer 1	87.580.000	87.580.000
		Buyer 2	36.815.000	36.815.000
		Buyer 3	14.096.000	14.096.000
		Buyer 4	30.653.000	30.653.000
		Buyer 5	22.048.000	22.048.000
	Produk Batik 2	Buyer 1	6.460.250	6.460.250
		Buyer 2	12.939.000	12.939.000
		Buyer 3	12.619.000	11.382.000
		Buyer 4	11.048.000	11.048.000
		Buyer 5	9.306.000	9.306.000
	Produk Batik 3	Buyer 1	13.811.500	13.811.500
		Buyer 2	24.770.000	24.770.000
		Buyer 3	16.914.000	16.914.000
		Buyer 4	12.632.000	12.632.000
		Buyer 5	26.888.000	26.888.000
	Produk Batik 4	Buyer 1	5.539.000	5.539.000
		Buyer 2	6.904.000	6.904.000
		Buyer 3	17.820.000	17.820.000
		Buyer 4	6.314.000	6.314.000
		Buyer 5	19.133.250	19.133.250
	Produk Batik 5	Buyer 1	27.986.000	28.314.000
		Buyer 2	17.925.000	17.925.000
		Buyer 3	7.127.000	7.127.000
		Buyer 4	5.841.000	5.841.000
		Buyer 5	30.523.500	30.523.500

Tabel 5. 4 Perbandingan Total Biaya Pembeli Untuk Semua Pembeli

Variabel	Jenis Produk	Pihak	Model Tanpa Koordinasi (Rp)	Model Dengan Koordinasi (Rp)
Total Biaya Pembeli	Produk Batik 1	<i>All Buyer</i>	191.192.000	191.192.000
	Produk Batik 2	<i>All Buyer</i>	52.372.250	51.135.250

Variabel	Jenis Produk	Pihak	Model Tanpa Koordinasi (Rp)	Model Dengan Koordinasi (Rp)
	Produk Batik 3	<i>All Buyer</i>	95.015.500	95.015.500
	Produk Batik 4	<i>All Buyer</i>	55.710.250	55.710.250
	Produk Batik 5	<i>All Buyer</i>	89.402.500	89.730.500

Perbandingan total biaya pembeli antara model awal dengan model gabungan, dimana secara umum terdapat perbedaan pada Produk Batik 2 *Buyer* 3 model awal sebesar Rp12.619.000,00 menjadi Rp11.382.000,00. Kemudian pada Produk Batik 5 *Buyer* 1 terdapat kenaikan dari total biaya pembeli sebesar Rp27.986.000,00 menjadi Rp28.314.000,00. Pada perhitungan total biaya pembeli gabungan semua pembeli dapat ditarik kesimpulan bahwa perubahan optimasi biaya terjadi pada Produk Batik 1 dan Produk Batik 5. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa total biaya pembeli pada Produk Batik 1 mengalami penurunan sebesar Rp1.237.000,00. Sedangkan pada Produk Batik 5 selisih yang didapat adalah sebesar Rp328.000,00, dimana selisih ini merupakan kenaikan. Hal ini dipengaruhi oleh perubahan lot pemesanan dan titik pemesanan ulang yang terjadi pada hasil optimasi model dengan koordinasi.

5.3 Analisis Perbandingan Total Biaya Pemasok

Tabel 5. 5 Perbandingan Total Biaya Pemasok

Variabel	Jenis Produk	Pihak	Model Tanpa Koordinasi (Rp)	Model Dengan Koordinasi (Rp)
Total Biaya Pemasok	Produk Batik 1	<i>Vendor</i>	292.604.800	292.604.800
	Produk Batik 2	<i>Vendor</i>	88.453.200	85.750.500
	Produk Batik 3	<i>Vendor</i>	105.883.800	105.883.800
	Produk Batik 4	<i>Vendor</i>	86.418.900	86.234.000
	Produk Batik 5	<i>Vendor</i>	113.263.500	101.572.000

Hasil perhitungan didapatkan total biaya pemasok dengan perbandingan seperti pada Tabel 5.5. Total biaya pemasok terdiri dari biaya persediaan, biaya *Lost Sales*, biaya pemesanan ke pemasok dan biaya pemesanan ke pembeli lain. Perbedaan total biaya pemasok antara model awal dengan model koordinasi, dimana total biaya pemasok Produk Batik 1 pada kedua model tidak mengalami perubahan. Keadaan yang sama juga terjadi pada total biaya pemasok Produk Batik 3. Sedangkan pada Produk Batik 2 total biaya pemasok mengalami penurunan, dari sebesar Rp.88.453.200,00 menjadi

Rp.85.750.500,00. Kemudian pada Produk Batik 4 model awal sebesar Rp.86.418.900,00 menjadi Rp.86.234.000,00 pada model koordinasi, dimana selisih yang ada adalah sebesar Rp.184.900,00. Produk Batik 5 mengalami penurunan yang cukup besar dimana total biaya pemasok model awal adalah sebesar Rp.113.263.500,00 kemudian pada model koordinasi adalah sebesar Rp.101.572.000,00, yang berarti terdapat selisih sebesar Rp11.691.500,00. Perubahan biaya total pemasok antara model awal dan model koordinasi dipengaruhi oleh ukuran lot produksi dan titik produksi kembali seperti yang telah terlampir pada Tabel 5.2.

5.4 Analisis Perbandingan Total Biaya Gabungan

Berdasarkan hasil perbandingan variabel keputusan yang dihasilkan tiap model pada Tabel 5.1 dan Tabel 5.2 berikut merupakan analisis mengenai hasil penghematan total biaya gabungan yang diperoleh dari hasil perbandingan tiap model. Penghematan total biaya dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Perhematan Total Biaya} = \frac{(\text{model tanpa koordinasi} - \text{model dengan koordinasi})}{\text{model tanpa koordinasi}} \times 100\%$$

Hasil perhitungan penghematan biaya dapat diketahui dalam Tabel 5.6 berikut:

Tabel 5. 6 Penghematan Total Biaya

Variabel	Jenis Produk	Model Tanpa Koordinasi (Rp)	Model Dengan Koordinasi (Rp)	Penghematan Total Biaya Gabungan	
				Nilai Rupiah (Rp)	Persentase (%)
	Produk Batik 1	483.796.800	483.796.800	0	0%
	Produk Batik 2	140.825.450	136.885.750	3.939.700	2,79%
Total Biaya Gabungan	Produk Batik 3	200.899.300	200.899.300	0	0%
	Produk Batik 4	142.129.150	141.944.250	184.900	0,13%
	Produk Batik 5	202.666.000	191.302.500	11.363.500	5,6%
	Total	1.170.316.700	1.154.828.600	15.488.100	1,32%

Berdasarkan Tabel 5.6 dapat dijelaskan bahwa terjadi penghematan pada total biaya gabungan Produk Batik 2, 4 dan 5, sedangkan pada Produk Batik 1 dan 3 tidak terjadi

penghematan. Perbandingan total biaya gabungan (*JTC*) antara model awal dan model koordinasi, dimana total biaya gabungan Produk Batik 2 pada model awal yaitu sebesar Rp140.825.450,00 per 5 tahun, sedangkan total biaya gabungan model dengan koordinasi adalah sebesar Rp136.885.750,00 per 5 tahun. Terdapat selisih sebesar Rp3.939.700,00 sehingga penghematan yang terjadi adalah 2,79%. Kemudian pada Produk Batik 4 model awal terjadi penurunan total biaya gabungan dari sebesar Rp142.129.150,00 menjadi Rp141.944.250,00, sehingga terdapat penghematan sebesar Rp184.900,00 atau 0,13%. Total biaya gabungan Produk Batik 5 juga mengalami penurunan yang cukup besar yaitu model awal sebesar Rp202.666.000,00 menjadi Rp191.302.500,00, sehingga penghematan yang terjadi adalah sebanyak Rp11.363.500,00 atau sebesar 5,6%. Sehingga secara keseluruhan penghematan yang didapatkan adalah sebesar Rp15.488.100,00.

Secara umum berdasarkan perhitungan, model koordinasi memberikan penghematan dibandingkan dengan model awal dimana optimasi masih dilakukan secara masing-masing oleh pemasok maupun pembeli. Model koordinasi dengan mempertimbangkan komponen biaya persediaan gabungan yang dikeluarkan dari kedua pihak dalam penelitian ini menurunkan total biaya gabungan keseluruhan hingga Rp.15.488.100,00. Dalam model koordinasi, pihak pemasok lebih diuntungkan seperti dapat dilihat bahwa komponen total biaya yang dikeluarkan pemasok untuk masing-masing produk rata-rata mengalami penurunan dari model awal, sedangkan komponen biaya dari pihak pembeli cenderung konstan dan bahkan ada yang mengalami kenaikan. Hal ini dapat diantisipasi dengan memberikan *quantity discount* kepada pembeli sehingga pembeli tetap diuntungkan, saran ini dapat diterapkan pada penelitian selanjutnya.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan dalam penelitian ini menjawab pertanyaan penelitian yang telah dirumuskan pada bab latar belakang. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan penelitian sebagai berikut:

1. Model matematis yang dikembangkan pada penelitian ini merupakan model koordinasi antara *multi* pembeli dan pemasok tunggal dengan multi produk. Model koordinasi mempertimbangkan total biaya gabungan yang dikeluarkan oleh pembeli dan pemasok sebagai fungsi tujuan serta variabel keputusan berupa lot pemesanan, lot produksi dan titik pemesanan kembali dalam proses optimasi menggunakan algoritma *Evolutionary*.
2. Ukuran lot pemesanan optimal pembeli merupakan banyaknya jumlah produk yang harus dipesan ke pemasok dalam satu kali pemesanan. Hasil ukuran lot pemesanan optimal pembeli (Q) untuk setiap produk selama 5 periode atau 5 tahun dapat dilihat pada sub bab 5.1 Tabel 5.1.
3. Dari hasil perhitungan pada studi kasus yang dilakukan diperoleh hasil total biaya gabungan untuk Produk Batik 1 adalah sebesar Rp.483.796.800,00, untuk Produk Batik 2 adalah sebesar Rp.136.885.750,00, untuk Produk Batik 3 adalah sebesar Rp.200.899.300,00, kemudian untuk Produk Batik 4 adalah sebesar Rp141.944.250,00 dan untuk Produk Batik 5 adalah sebesar Rp.191.302.500,00.

6.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya dengan mempertimbangkan beberapa aspek berikut ini:

1. Model dapat dikembangkan menjadi lebih kompleks untuk kondisi seperti multi pemasok, multi pemasok-multi pembeli dan multi eselon.
2. Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan mengenai biaya transportasi secara eksplisit.

3. Model selanjutnya dapat dikembangkan dengan mempertimbangkan variabel-variabel lain seperti *backorder*, *quantity discount* maupun percepatan *lead time*.
4. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai referensi bagi perusahaan UMKM Batik X dalam menentukan kebijakan produksi.



DAFTAR PUSTAKA

- Agustian, M. A., & Dahda, S. S. (2022). Pengembangan Model Persediaan Single Vendor Multi Buyer Dengan Kebijakan Rework. *SITEKIN: Jurnal Sains, Teknologi Dan Industri*, 19(2), 211–217.
- Anshori, M., Pujawan, I. N., & Wiratno, S. (2011). Model Koordinasi Pemanufaktur Tunggal-Multi Pembeli Dengan Permintaan Probabilistik. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XIII*.
- Anshori, Moch, Isnaini, N. H., & Adriansyah, G. (2021). Joint Economic Lot Sizing at Two Levels of Supply Chain in Food and Beverage Industry. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 1893–1897.
- Assauri, S. (2004). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Lembaga Penerbit FE UI.
- Banerjee, A. (1986). A Joint Economic-Lot-Size Model for Purchaser and Vendor. *Decision Science*, 17, 292–311.
- Bappeda. (2022). *Data Koperasi dan UMKM*. <https://bappeda.jogjaprovo.go.id>
- Chen, Z., & Sarker, B. R. (2017). Integrated Production-Inventory and Pricing Decisions for a Single-Manufacturer Multi-Retailer System of Deteriorating Items under JIT Delivery Policy. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 89(5–8), 2099–2117. <https://doi.org/10.1007/s00170-016-9169-0>
- Dahda, S. S., & Andesta, D. (2022). *Ukuran Lot yang Ekonomis pada Model Persediaan Integrasi Single vendor dan Single buyer*. XXIII(1). <https://doi.org/10.350587/Matrik>
- Darmawan, S., & Widodo, T. (2017). Pengembangan Aplikasi Manajemen Total Biaya Gabungan dan Jumlah (Lot) Produksi Antara Produsen dan Konsumen Menggunakan Model Joint Economic Lot Size (JELS) Pada Industri Mikro Kecil dan Menengah. *Forum Manajemen Indonesia (FMI 9)*.
- Ekoanindiyo, F. A. (2011). Pemodelan Sistem Antrian Dengan Menggunakan Simulasi. *Dinamika Teknik*, 5(1), 72–85.
- Febrianto, R. (2019). Perencanaan Persediaan Bahan Baku Untuk Rak Gantung Baju di UD. WS. *JISO : Journal of Industrial and Systems Optimization*, 2(2), 73–78.
- Gharaei, A., Karimi, M., & Hoseini Shekarabi, S. A. (2020). Joint Economic Lot-sizing in Multi-product Multi-level Integrated Supply Chains: Generalized Benders

- Decomposition. *International Journal of Systems Science: Operations and Logistics*, 7(4), 309–325. <https://doi.org/10.1080/23302674.2019.1585595>
- Ginting, R. (2007). *Sistem Produksi*. Graha Ilmu.
- Goyal, S. K. (1977). An Integrated Inventory Model for a Single Supplier - Single Customer Problem. *International Journal of Production Research*, 15, 107–111.
- Goyal, S. K. (1988). A Joint Economic-Lot-Size Model for Purchaser and Vendor: A comment. *Decision Science*, 236–241.
- Heryanto, R. M., Setiawan, Y. T., & Arisandhy, V. (2019). Pengendalian Persediaan Produk Obat Herbal pada Permintaan Probabilistik Menggunakan Joint Economic Lot Size. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 8(1), 39–46. <https://doi.org/10.26593/jrsi.v8i1.3252.39-46>
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2015). *Introduction to Operations Research Tenth Edition*. McGraw-Hill.
- Islam, S. M. S., & Hoque, M. A. (2017). A Joint Economic Lot Size Model for a Supplier-Manufacturer-Retailers Supply Chain of an Agricultural Product. *Opsearch*, 54(4), 868–885. <https://doi.org/10.1007/s12597-017-0309-6>
- Jauhari, W. A., Mayangsari, S., Kurdhi, N. A., & Wong, K. Y. (2017). A fuzzy periodic review integrated inventory model involving stochastic demand , imperfect production process and inspection errors. *Cogent Engineering*, 15(1), 1–24. <https://doi.org/10.1080/23311916.2017.1308653>
- Jonrinaldi, Rahman, T., Henmaidi, Wirdianto, E., & Zhang, D. Z. (2018). A Multiple Items EPQ/EOQ Model for a Vendor and Multiple Buyers System with Considering Continuous and Discrete Demand Simultaneously. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 319(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/319/1/012037>
- Kementerian Koperasi dan UMKM. (2022). *Berita Kompas*. <https://www.money.kompas.com>
- Kementerian Perindustrian. (2020). *Kementerian Perindustrian*. <https://www.kemenperin.go.id>
- Khotimah, K., & Dahda, S. S. (2021). Model Persediaan Antara Produsen dan Distributor. *Jurnal Teknovasi*, 8(3), 1–10.
- Kulkarni, S., & Sharma, A. (2009). *Supply Chain Management: Creating Linkages for Faster Business Turnaround*. Tata McGraw Hill Education Private Limited.

- Lutfiana, L., & Puspitosari, I. (2020). Analisis Manajemen Persediaan Pada Usaha Mikro, Kecil, Dan Menengah (UMKM) Jazid Bastomi Batik Di Purworejo. *Jurnal JESKaPe*, 4(1), 55–66.
- Malleeswaran, B., & Uthayakumar, R. (2022). A Single-Manufacturer Multi-Retailer Sustainable Reworking Model for Green and Environmental Sensitive Demand Under Discrete Ordering Cost Reduction. *Journal of Management Analytics*, 0(0), 1–20. <https://doi.org/10.1080/23270012.2022.2030255>
- Nafisah, L., Maharani, N. C. D., Astanti, Y. D., & Khannan, M. S. A. (2021). Multi-item Inventory Policy with Time-Dependent Pricing and Rework Cost. *International Journal of Industrial Optimization*, 2(2), 99. <https://doi.org/10.12928/ijio.v2i2.4370>
- Nasution, A. A., Erlina, Rujiman, & Situmeang, C. (2020). Determination of Joint Lot Size Using The Supply Chain Approach with Vendor Managed Inventory (VMI) Method at PT. XYZ. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 851(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/851/1/012002>
- Paterson, C., Kiesmüller, G., Teunter, R., & Glazebrook, K. (2011). Inventory Models with Lateral Transshipments: A Review. *European Journal of Operational Research*, 210(2), 125–136. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2010.05.048>
- Patiapon, M. L., & Hutabarat, E. (2017). Pengendalian Biaya Persediaan Terintegrasi Antara Supplier dan Buyer Dengan Menggunakan Metode JELS (Joint Economic Lot Size) (Studi Kasus: Gudang Distributor CV. Berkas Mulia). *Arika*, 11(1), 45–54. <https://doi.org/10.30598/arika.2017.11.1.45>
- Pramudyo, C. S., & Luong, H. T. (2019). One Vendor and Multiple Retailers System in Vendor Managed Inventory Problem with Stochastic Demand. *International Journal Industrial and Systems Engineering*, 31(1).
- Pujawan, I. N. (2005). *Pengantar tentang Supply Chain Management*. Guna Widya.
- Pujawan, I. N., & ER, M. (2010). *Supply Chain Management*. PT. Pustaka Binaman Pressindo.
- Pujotomo, D., Adi, D., & Sriyanto. (2016). Penggunaan Kraljic's Purchasing Portfolio Model Dalam Perancangan Strategi Pengadaan Bahan Baku pada PT. Masscom Graphy. *Industrial Engineering Online Journal*.
- Putri, R. L. (2016). Peningkatan Kualitas Produk Melalui Penerapan Prosedur dan Sistem Produksi: Studi Pada UD Wijaya Kusuma Kota Blitar. *Jurnal WRA*, 4(2),

813–828.

- Rahmanto, A. F., & Dahda, S. S. (2022). *Integrated Inventory Model for Single Vendor Single Buyer Considering the Level of Product Defects*. *101*, 151–160.
- Rahmatullah, G., & Runtuk, J. K. (2020). Perencanaan Persediaan Suku Cadang Dengan Metode Economic Order Quantity (EOQ) Single Order Multiple Product Di PT. ABCD. *JIE Scientific Journal on Research and Application of Industrial System*, *5*(1), 48. <https://doi.org/10.33021/jie.v5i1.1271>
- Ristono, A. (2008). *Manajemen Persediaan*. Graha Ilmu.
- Ritha, W., & Poongodisathiya, S. (2018). *A Multiple-Buyer Single-Vendor in a Continuous Review Inventory Model with Ordering Cost Reduction Dependent on Lead Time*. *April*, 154–160.
- Rusindiyanto, & Yustina. (2018). Analisa Perencanaan Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dengan Metode Gabungan Economic Order Quantity (EOQ) dan Just in Tim (JIT) di UD. Super Mekar Gresik. *Teknapro: Journal of Industrial Engineering and Management*, *13*(1), 73–83.
- Siajadi, H., Ibrahim, R. N., & Lochert, P. B. (2006). A Single-Vendor Multiple-Buyer Inventory Model with a Multiple-Shipment Policy. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *27*(9–10), 1030–1037. <https://doi.org/10.1007/s00170-004-2267-4>
- Sodikin, I., & Mudiarti, I. (2008). Analisis Penentuan Ukuran Lot Pemesanan Menggunakan Joint Economic Lot Size (JELS) di PT. Forestalestari Dwikarya Tanjung Pandan. *Jurnal Teknologi Technoscientia*, *1*(1).
- Sooran, M. A., Tayebi, H., & Ebrahimnejad, S. (2022). A Joint Economic Lot-Size Model with Collaboration of Supply Chain Members. *Journal of Modelling in Management*. <https://doi.org/10.1108/JM2-08-2021-0184>
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Susanto, E., Putri, M. C., Zaini, E., & Amrulloh, D. A. G. (2020). Rancangan Sistem Persediaan Bahan Baku Menggunakan Model Persediaan Stochastic Joint Replenishment. *Eqien: Jurnal Ekonomi Dan Bisnis*, *7*(2), 147–154. <https://doi.org/10.34308/eqien.v7i2.153>
- Suseno, & Al Faritsy, A. Z. (2018). Aplikasi Model Joint Economic Lot Size (JELS) Dan Quantity Discount Dalam Kerjasama Penentuan Lot Pemesanan Antara Produsen Dan Konsumen. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, *13*(3), 151.

- <https://doi.org/10.14710/jati.13.3.151-162>
- Taha, H. A. (1997). *Operation Research: An Introduction*. N.J: Prentice Hall.
- Tarhini, H., Karam, M., & Jaber, M. Y. (2020). An integrated single-vendor multi-buyer production inventory model with transshipments between buyers. *International Journal of Production Economics*, 225, 107568. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107568>
- Tiwari, S., Sana, S. S., & Sarkar, S. (2018). Joint Economic Lot Sizing Model with Stochastic Demand and Controllable Lead-time by Reducing Ordering Cost and Setup Cost. *Revista de La Real Academia de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales - Serie A: Matematicas*, 112(4), 1075–1099. <https://doi.org/10.1007/s13398-017-0410-y>
- Tyas, D. S., & Anshori, M. (2018). Penerapan Model Joint Economic Lot Size Pada Pt. MPX Antara Pemanufaktur Dan Multi Pembeli Dengan Permintaan Probabilistik. *JISO: Journal of Industrial and Systems Optimization*, 1(1), 23–28. <https://doi.org/10.51804/jiso.v1i1.23-28>
- Utama, D. M., Garside, A. K., & Pamungkas, H. (2019). Model Program Dinamis Untuk Lot Size Multi Item Dengan Kendala Kapasitas Gudang. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 14(1), 21. <https://doi.org/10.14710/jati.14.1.21-26>
- Wangsa, I. D., & Wee, H. M. (2018). An Integrated Vendor–Buyer Inventory Model with Transportation Cost and Stochastic Demand. *International Journal of Systems Science: Operations and Logistics*, 5(4), 295–309. <https://doi.org/10.1080/23302674.2017.1296601>
- Wibowo, D. H., Arifin, Z., & Sunarti. (2015). Analisis Strategi Pemasaran Untuk Meningkatkan Daya Saing UMKM. *Jurnal Administrasi Bisnis*, 29.
- Widodo, S. R., & Santoso, H. B. (2018). Pengelolaan Persediaan Pada PT. X Dengan Permintaan Stokastik dan Variabel Lead Time. *Kaizen: Management Systems & Industrial Engineering Journal*, 1(1), 30–35.
- Yamit, Z. (1999). *Manajemen Persediaan*. EKONISIA Fakultas Ekonomi UII.
- Yulianto, S., Widyadana, I. G. A., & Sepadyati, N. (2020). Optimasi Rute Pengiriman pada CV. X Menggunakan Metode Evolutionary Algorithm. *Jurnal Titra*, 10(1), 17–22.
- Yuniar, S., & Wangsaputra, R. (2018). Model Penentuan Ukuran Lot Gabungan Ekonomis Untuk Meminimasi Total Ongkos Gabungan Pemasok dan

Pemanufaktur Tunggal Dengan Pola Permintaan Probabilistik. *Seminar Nasional VII Manajemen & Rekayasa Kualitas*.

Yuniar, S., Wangsaputra, R., & Sinaga, A. T. (2018). Determination of Economic Lot Size between Suppliers and Manufacturers for Imperfect Production System with Probabilistic Demand. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 319(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/319/1/012084>

Zulfikarijah, F. (2005). *Manajemen Persediaan*. UMM Press.

Zuraidah, D., Rasyid, R., Nandasari, S., & Amrozi, Y. (2021). Efektivitas Metode SCOR Untuk Mengukur Performa SCM (Sebuah Studi Literatur). *Jurnal Bina Komputer*, 3(1), 15–23.



LEMBAR LAMPIRAN

A. Data Distribusi Pola Permintaan

Contoh pada distribusi normal berikut: $\text{Normal}(300,35)$ angka 300 menunjukkan besar rata-rata dan angka 35 menunjukkan standar deviasi.

Contoh pada distribusi *Uniform* berikut: $\text{Uniform}(30,70)$ angka 30 menunjukkan besar batas atas serta angka 70 menunjukkan besar batas bawah.

Produk 1

Tabel 1 Permintaan Pembeli ke Pemasok

	<i>Buyer</i>				
	1	2	3	4	5
<i>Vendor</i>	Normal(300,35)	Normal(150,20)	<i>Uniform</i> (30,70)	<i>Uniform</i> (120,155)	Normal(60,25)

Tabel 2 Permintaan Antar Pembeli

<i>Buyer</i>	<i>Buyer</i>				
	1	2	3	4	5
1		<i>Uniform</i> (2,10)	<i>Uniform</i> (2,15)		
2				<i>Uniform</i> (7,13)	
3					
4					
5	<i>Uniform</i> (2,5)				

Produk 2

Tabel 3 Permintaan Pembeli ke Pemasok

	<i>Buyer</i>				
	1	2	3	4	5
<i>Vendor</i>	Normal(10, 7)	Normal(50, 13)	Normal(40, 10)	<i>Uniform</i> (30, 65)	<i>Uniform</i> (20, 35)

Tabel 4 Permintaan Antar Pembeli

<i>Buyer</i>	<i>Buyer</i>				
	1	2	3	4	5
1		<i>Uniform</i> (5, 8)	<i>Uniform</i> (5, 7)		
2				<i>Uniform</i> (2, 5)	
3					
4					
5	<i>Uniform</i> (2,5)				

Produk 3

Tabel 5 Permintaan Pembeli ke Pemasok

	<i>Buyer</i>				
	1	2	3	4	5
<i>Vendor</i>	<i>Uniform</i> (22,47)	<i>Uniform</i> (100,130)	<i>Uniform</i> (44,83)	<i>Uniform</i> (20,75)	<i>Uniform</i> (80,110)

Tabel 6 Permintaan Antar Pembeli

<i>Buyer</i>	<i>Buyer</i>				
	1	2	3	4	5
1		<i>Uniform</i> (5, 15)	<i>Uniform</i> (7, 9)		
2				<i>Uniform</i> (4, 11)	

3					
4					
5	Uniform(3, 4)				

Produk 4

Tabel 7 Permintaan Pembeli ke Pemasok

	<i>Buyer</i>				
	1	2	3	4	5
<i>Vendor</i>	Uniform(2, 17)	Uniform(10, 30)	Uniform(24, 93)	Uniform(10, 35)	Normal(50, 20)

Tabel 8 Permintaan Antar Pembeli

<i>Buyer</i>	<i>Buyer</i>				
	1	2	3	4	5
1		Uniform(4, 7)	Uniform(3, 11)		
2				Uniform(3, 9)	
3					
4					
5	Uniform(4, 5)				

Produk 5

Tabel 9 Permintaan Pembeli ke Pemasok

	<i>Buyer</i>				
	1	2	3	4	5
<i>Vendor</i>	Normal(87, 7)	Normal(80, 20)	Uniform(14, 33)	Uniform(10, 30)	Normal(90, 15)

Tabel 10 Permintaan Antar Pembeli

<i>Buyer</i>	<i>Buyer</i>				
	1	2	3	4	5
1		Uniform(2, 10)	Uniform(2, 7)		
2				Uniform(1, 3)	
3					
4					
5	Uniform(5, 8)		Uniform(3,6)		

B. Model Tanpa Koordinasi Produk 1

Contoh hanya untuk Buyer 1 dan Vendor

	Initial Inv. (unit)	Q_b (unit)	r_b (unit)	Lead time (bulan)
Buyer 1	300	609	1605	1
Buyer 2	150	306	2536	1
Buyer 3	70	96	533	1
Buyer 4	155	282	112	1
Buyer 5	60	112	7883	1

Buyer 1

Bulan	Stok Inventory Awal (I_0)	Permintaan Konsumen (D)	Permintaan Buyer 2 (D)	Permintaan Buyer 3 (D)	Total Permintaan (D)	Stok Inventory Akhir (I)	Jumlah Pesan (Q)	Jumlah Pesan ke Buyer 5 (D)	Jumlah Lost Sales (X)	Stok mutlak Inventory Akhir (I)
1	300	264	0	0	264	36	609	5	0	36
2	645	261	5	2	268	377	0	0	0	377
3	377	309	9	0	318	59	609	0	0	59
4	668	334	8	0	342	326	0	3	0	326
5	326	252	0	13	265	61	609	4	0	61
6	670	301	0	3	304	366	0	0	0	366
7	366	332	0	12	344	22	609	0	0	22
8	631	310	0	0	310	321	0	3	0	321
9	321	336	8	0	344	-23	609	0	23	0
10	609	288	7	5	300	309	0	3	0	309
11	309	288	2	0	290	19	609	3	0	19
12	628	276	8	10	294	334	0	2	0	334
13	334	287	0	0	287	47	609	5	0	47
14	656	291	0	0	291	365	0	3	0	365
15	365	309	9	3	321	44	609	3	0	44
16	653	300	5	0	305	348	0	3	0	348
17	348	355	10	11	376	-28	609	0	28	0

Bulan	Stok <i>Inventory</i> Awal (<i>I</i> ₀)	Permintaan Konsumen (<i>D</i>)	Permintaan <i>Buyer</i> 2 (<i>D</i>)	Permintaan <i>Buyer</i> 3 (<i>D</i>)	Total Permintaan (<i>D</i>)	Stok <i>Inventory</i> Akhir (<i>I</i>)	Jumlah Pesan (<i>Q</i>)	Jumlah Pesan ke <i>Buyer</i> 5 (<i>D</i>)	Jumlah <i>Lost</i> <i>Sales</i> (<i>X</i>)	Stok mutlak <i>Inventory</i> Akhir (<i>I</i>)
18	609	346	7	0	353	256	0	2	0	256
19	256	247	0	0	247	9	609	0	0	9
20	618	252	5	0	257	361	0	0	0	361
21	361	265	0	0	265	96	609	4	0	96
22	705	299	3	14	316	389	0	0	0	389
23	389	332	0	15	347	42	609	2	0	42
24	651	343	8	0	351	300	0	0	0	300
25	300	325	0	0	325	-25	609	2	25	0
26	609	253	0	15	268	341	0	3	0	341
27	341	311	7	4	322	19	609	0	0	19
28	628	269	0	0	269	359	0	0	0	359
29	359	242	0	0	242	117	609	2	0	117
30	726	325	0	7	332	394	0	0	0	394
31	394	239	0	0	239	155	609	4	0	155
32	764	272	4	0	276	488	0	0	0	488
33	488	335	0	5	340	148	609	3	0	148
34	757	363	3	3	369	388	0	0	0	388
35	388	274	0	0	274	114	609	0	0	114
36	723	333	0	10	343	380	0	2	0	380
37	380	315	0	15	330	50	609	0	0	50
38	659	256	3	7	266	393	0	3	0	393
39	393	332	0	13	345	48	609	0	0	48
40	657	304	0	0	304	353	0	0	0	353
41	353	270	0	7	277	76	609	3	0	76
42	685	311	9	0	320	365	0	2	0	365
43	365	267	9	14	290	75	609	0	0	75
44	684	339	0	0	339	345	0	0	0	345
45	345	280	10	0	290	55	609	0	0	55
46	664	319	0	11	330	334	0	3	0	334
47	334	293	5	0	298	36	609	0	0	36
48	645	328	0	8	336	309	0	3	0	309

Bulan	Stok Inventory Awal (I_0)	Permintaan Konsumen (D)	Permintaan Buyer 2 (D)	Permintaan Buyer 3 (D)	Total Permintaan (D)	Stok Inventory Akhir (I)	Jumlah Pesan (Q)	Jumlah Pesan ke Buyer 5 (D)	Jumlah Lost Sales (X)	Stok mutlak Inventory Akhir (I)
49	309	227	3	0	230	79	609	3	0	79
50	688	352	6	6	364	324	0	0	0	324
51	324	304	10	12	326	-2	609	0	2	0
52	609	292	0	12	304	305	0	0	0	305
53	305	324	6	0	330	-25	609	5	25	0
54	609	277	10	0	287	322	0	0	0	322
55	322	270	0	14	284	38	609	0	0	38
56	647	358	7	8	373	274	0	4	0	274
57	274	368	0	14	382	-108	609	3	108	0
58	609	263	10	6	279	330	0	0	0	330
59	330	290	2	0	292	38	609	0	0	38
60	647	331	3	7	341	306	0	0	0	306
Total							18270	90	211	11845

Vendor

	Initial Inv. (unit)	P (unit)	r_v (unit)	Lead time (bulan)
<i>Vendor</i>	1405	1406	28	1

Bulan	Stok Inventory Awal (I_0)	Total Permintaan (D)	Stok Inventory Akhir (I)	Jumlah Produksi (P)	Jumlah Lost Sales (X)	Stok mutlak Inventory Akhir (I)
1	1405	1405	0	1406	0	0
2	1406	0	1406	0	0	1406
3	1406	1405	1	1406	0	1
4	1407	0	1407	0	0	1407
5	1407	1405	2	1406	0	2

Bulan	Stok Inventory Awal (I0)	Total Permintaan (D)	Stok Inventory Akhir (I)	Jumlah Produksi (P)	Jumlah Lost Sales (X)	Stok mutlak Inventory Akhir (I)
6	1408	0	1408	0	0	1408
7	1408	1405	3	1406	0	3
8	1409	0	1409	0	0	1409
9	1409	1405	4	1406	0	4
10	1410	0	1410	0	0	1410
11	1410	1405	5	1406	0	5
12	1411	0	1411	0	0	1411
13	1411	1405	6	1406	0	6
14	1412	0	1412	0	0	1412
15	1412	1123	289	0	0	289
16	289	282	7	1406	0	7
17	1413	1123	290	0	0	290
18	290	282	8	1406	0	8
19	1414	1123	291	0	0	291
20	291	282	9	1406	0	9
21	1415	1123	292	0	0	292
22	292	282	10	1406	0	10
23	1416	1123	293	0	0	293
24	293	282	11	1406	0	11
25	1417	1123	294	0	0	294
26	294	282	12	1406	0	12
27	1418	1123	295	0	0	295
28	295	282	13	1406	0	13
29	1419	1123	296	0	0	296
30	296	282	14	1406	0	14
31	1420	1123	297	0	0	297
32	297	282	15	1406	0	15
33	1421	1123	298	0	0	298
34	298	282	16	1406	0	16
35	1422	1123	299	0	0	299
36	299	282	17	1406	0	17
37	1423	1123	300	0	0	300
38	300	282	18	1406	0	18

Bulan	Stok Inventory Awal (I0)	Total Permintaan (D)	Stok Inventory Akhir (I)	Jumlah Produksi (P)	Jumlah Lost Sales (X)	Stok mutlak Inventory Akhir (I)
39	1424	1123	301	0	0	301
40	301	282	19	1406	0	19
41	1425	1123	302	0	0	302
42	302	282	20	1406	0	20
43	1426	1123	303	0	0	303
44	303	282	21	1406	0	21
45	1427	1123	304	0	0	304
46	304	282	22	1406	0	22
47	1428	1123	305	0	0	305
48	305	282	23	1406	0	23
49	1429	1123	306	0	0	306
50	306	282	24	1406	0	24
51	1430	1123	307	0	0	307
52	307	282	25	1406	0	25
53	1431	1123	308	0	0	308
54	308	282	26	1406	0	26
55	1432	1123	309	0	0	309
56	309	282	27	1406	0	27
57	1433	1123	310	0	0	310
58	310	282	28	1406	0	28
59	1434	1123	311	0	0	311
60	311	282	29	0	0	29
Total				40774	0	17198

Rangkuman Total Persediaan, Total Lost Sales, Total order Pembeli

Pembeli	Total persediaan	Total Lost Sales	Total order ke Vendor	Total order antar Buyer	
				Hubungan	Total Pesan
Buyer 1	11845	211	18270	Buyer 1 ke 5	90
Buyer 2	6014	241	9180	Buyer 2 ke 1	201
Buyer 3	2687	38	2880	Buyer 3 ke 1	286
Buyer 4	6262	15	8460	Buyer 4 ke 2	342
Buyer 5	4364	96	3360		

Rangkuman Total Persediaan, Total Lost Sales, Total setup produksi Pemasok

Pemasok	Total persediaan	Total Lost Sales	Total setup
Vendor	17198	0	40774

C. Model Simulasi Tanpa Koordinasi Produk 2

Rangkuman Variabel Pembeli

	Initial Inv. (unit)	Q_b (unit)	r_b (unit)	Lead time (bulan)
Buyer 1	10	40	13	1
Buyer 2	50	116	42	1
Buyer 3	40	77	3638	1
Buyer 4	65	104	35	1
Buyer 5	35	64	21	1

Rangkuman Variabel Vendor

	Initial Inv. (unit)	P (unit)	r_v (unit)	Lead time (bulan)
Vendor	401	401	18	1

Rangkuman Total Persediaan, Total Lost Sales, Total order Pembeli

Pembeli	Total persediaan	Total Lost Sales	Total order ke Vendor	Total order antar Buyer	
				Hubungan	Total Pesan
Buyer 1	1154	37	880	Buyer 1 ke 5	113
Buyer 2	2949	25	3016	Buyer 2 ke 1	192
Buyer 3	1863	94	2310	Buyer 3 ke 1	149
Buyer 4	2425	14	2808	Buyer 4 ke 2	116
Buyer 5	1616	10	1792		

Rangkuman Total Persediaan, Total Lost Sales, Total setup produksi Pemasok

Pemasok	Total persediaan	Total Lost Sales	Total setup
Vendor	4911	1821	10426

D. Model Simulasi Tanpa Koordinasi Produk 3

Rangkuman Variabel Pembeli

	Initial Inv. (unit)	Q_b (unit)	r_b (unit)	Lead time (bulan)
Buyer 1	47	88	306	1
Buyer 2	130	235	907	1

Buyer 3	83	126	1783	1
Buyer 4	75	116	31	1
Buyer 5	110	188	806	1

Rangkuman Variabel Pemasok

	Initial Inv. (unit)	P (unit)	r_v (unit)	Lead time (bulan)
Vendor	753	753	0	1

Rangkuman Total Persediaan, Total *Lost Sales*, Total order Pembeli

Pembeli	Total persediaan	Total Lost Sales	Total order ke Vendor	Total order antar Buyer	
				Hubungan	Total Pesan
<i>Buyer 1</i>	2010	44	2640	<i>Buyer 1 ke 5</i>	102
<i>Buyer 2</i>	4471	46	7050	<i>Buyer 2 ke 1</i>	289
<i>Buyer 3</i>	2820	54	3780	<i>Buyer 3 ke 1</i>	237
<i>Buyer 4</i>	2885	20	2900	<i>Buyer 4 ke 2</i>	281
<i>Buyer 5</i>	3279	80	5640		

Rangkuman Total Persediaan, Total *Lost Sales*, Total setup produksi Pemasok

Pemasok	Total persediaan	Total Lost Sales	Total setup
<i>Vendor</i>	18946	1309	6024

E. Model Simulasi Tanpa Koordinasi Produk 4

Rangkuman Variabel Pembeli

	Initial Inv. (unit)	Q (unit)	R (unit)	Lead time (bulan)
<i>Buyer 1</i>	17	31	9	1
<i>Buyer 2</i>	30	44	3661	1
<i>Buyer 3</i>	93	130	82	1
<i>Buyer 4</i>	35	48	22	1
<i>Buyer 5</i>	50	141	42	1

Rangkuman Variabel Pemasok

	Initial Inv. (unit)	P (unit)	r_v (unit)	Lead time (bulan)
Vendor	394	396	2	1

Rangkuman Total Persediaan, Total *Lost Sales*, Total order Pembeli

Pembeli	Total persediaan	Total Lost Sales	Total order ke Vendor	Total order antar Buyer	
				Hubungan	Total Pesan
<i>Buyer 1</i>	714	45	837	<i>Buyer 1 ke 5</i>	151
<i>Buyer 2</i>	1288	58	1320	<i>Buyer 2 ke 1</i>	119
<i>Buyer 3</i>	3557	19	3900	<i>Buyer 3 ke 1</i>	193
<i>Buyer 4</i>	1332	22	1392	<i>Buyer 4 ke 2</i>	158
<i>Buyer 5</i>	3565	68	2961		

Rangkuman Total Persediaan, Total *Lost Sales*, Total setup produksi Pemasok

Pemasok	Total persediaan	Total Lost Sales	Total setup
---------	------------------	------------------	-------------

<i>Vendor</i>	7103	1700	8712

F. Model Simulasi Tanpa Koordinasi Produk 5

Rangkuman Variabel Pembeli

	Initial Inv. (unit)	Q (unit)	R (unit)	Lead time (bulan)
<i>Buyer 1</i>	87	185	64	1
<i>Buyer 2</i>	80	154	798	1
<i>Buyer 3</i>	33	44	737	1
<i>Buyer 4</i>	30	38	148	1
<i>Buyer 5</i>	90	187	307	1

Rangkuman Variabel Pemasok

	Initial Inv. (unit)	P (unit)	r_v (unit)	Lead time (bulan)
<i>Vendor</i>	471	471	0	1

Rangkuman Total Persediaan, Total *Lost Sales*, Total order Pembeli

Pembeli	Total persediaan	Total Lost Sales	Total order ke Vendor	Total order antar Buyer	
				Hubungan	Total Pesan
<i>Buyer 1</i>	3433	96	5550	<i>Buyer 1 ke 5</i>	210
<i>Buyer 2</i>	3195	77	4620	<i>Buyer 2 ke 1</i>	185
<i>Buyer 3</i>	1235	29	1320	<i>Buyer 3 ke 1</i>	166
				<i>Buyer 3 ke 5</i>	150
<i>Buyer 4</i>	904	65	1146	<i>Buyer 4 ke 2</i>	58
<i>Buyer 5</i>	4574	100	5654		

Rangkuman Total Persediaan, Total *Lost Sales*, Total setup produksi Pemasok

Pemasok	Total persediaan	Total Lost Sales	Total setup
<i>Vendor</i>	4595	4160	14130

MODEL DENGAN KOORDINASI

G. Model Simulasi Koordinasi Produk 1

Rangkuman Variabel Pembeli

	Initial Inv. (unit)	Q_b (unit)	r_b (unit)	Lead time (bulan)
<i>Buyer 1</i>	300	609	1605	1
<i>Buyer 2</i>	150	306	2536	1
<i>Buyer 3</i>	70	96	533	1
<i>Buyer 4</i>	155	282	112	1
<i>Buyer 5</i>	60	112	7883	1

Rangkuman Variabel Pemasok

	Initial Inv. (unit)	P (unit)	r_v (unit)	Lead time (bulan)

<i>Vendor</i>	1405	1406	28	1
---------------	------	------	----	---

Rangkuman Total Persediaan, Total *Lost Sales*, Total order Pembeli

Pembeli	Total persediaan	Total <i>Lost Sales</i>	Total order ke <i>Vendor</i>	Total order antar <i>Buyer</i>	
				Hubungan	Total Pesan
<i>Buyer 1</i>	11845	211	18270	<i>Buyer 1 ke 5</i>	90
<i>Buyer 2</i>	6014	241	9180	<i>Buyer 2 ke 1</i>	201
<i>Buyer 3</i>	2687	38	2880	<i>Buyer 3 ke 1</i>	286
<i>Buyer 4</i>	6262	15	8460	<i>Buyer 4 ke 2</i>	342
<i>Buyer 5</i>	4364	96	3360		

Rangkuman Total Persediaan, Total *Lost Sales*, Total setup produksi Pemasok

Pemasok	Total persediaan	Total <i>Lost Sales</i>	Total setup
<i>Vendor</i>	17198	0	40774

H. Model Simulasi Koordinasi Produk 2

Rangkuman Variabel Pembeli

\backslash	Initial Inv. (unit)	Q_b (unit)	r_b (unit)	Lead time (bulan)
<i>Buyer 1</i>	10	40	13	1
<i>Buyer 2</i>	50	116	42	1
<i>Buyer 3</i>	40	84	40	1
<i>Buyer 4</i>	65	104	35	1
<i>Buyer 5</i>	35	64	21	1

Rangkuman Variabel *Vendor*

\backslash	Initial Inv. (unit)	P (unit)	r_v (unit)	Lead time (bulan)
<i>Vendor</i>	408	421	32	1

Rangkuman Total Persediaan, Total *Lost Sales*, Total order Pembeli

Pembeli	Total persediaan	Total <i>Lost Sales</i>	Total order ke <i>Vendor</i>	Total order antar <i>Buyer</i>	
				Hubungan	Total Pesan
<i>Buyer 1</i>	1154	37	880	<i>Buyer 1 ke 5</i>	113
<i>Buyer 2</i>	2949	25	3016	<i>Buyer 2 ke 1</i>	192
<i>Buyer 3</i>	2137	31	2352	<i>Buyer 3 ke 1</i>	149
<i>Buyer 4</i>	2425	14	2808	<i>Buyer 4 ke 2</i>	116
<i>Buyer 5</i>	1616	10	1792		

Rangkuman Total Persediaan, Total *Lost Sales*, Total setup produksi Pemasok

Pemasok	Total persediaan	Total <i>Lost Sales</i>	Total setup
<i>Vendor</i>	5389	1061	10525

I. Model Simulasi Koordinasi Produk 3

Rangkuman Variabel Pembeli

\backslash	Initial Inv. (unit)	Q_b (unit)	r_b (unit)	Lead time (bulan)
--------------	---------------------	--------------	--------------	-------------------

<i>Buyer 1</i>	47	88	306	1
<i>Buyer 2</i>	130	235	907	1
<i>Buyer 3</i>	83	126	1783	1
<i>Buyer 4</i>	75	116	31	1
<i>Buyer 5</i>	110	188	806	1

Rangkuman Variabel Pemasok

	Initial Inv. (unit)	P (unit)	r_v (unit)	Lead time (bulan)
<i>Vendor</i>	753	753	0	1

Rangkuman Total Persediaan, Total *Lost Sales*, Total order Pembeli

Pembeli	Total persediaan	Total Lost Sales	Total order ke Vendor	Total order antar Buyer	
				Hubungan	Total Pesan
<i>Buyer 1</i>	2010	44	2640	<i>Buyer 1 ke 5</i>	102
<i>Buyer 2</i>	4471	46	7050	<i>Buyer 2 ke 1</i>	289
<i>Buyer 3</i>	2820	54	3780	<i>Buyer 3 ke 1</i>	237
<i>Buyer 4</i>	2885	20	2900	<i>Buyer 4 ke 2</i>	281
<i>Buyer 5</i>	3279	80	5640		

Rangkuman Total Persediaan, Total *Lost Sales*, Total setup produksi Pemasok

Pemasok	Total persediaan	Total Lost Sales	Total setup
<i>Vendor</i>	18946	1309	6024

J. Model Simulasi Koordinasi Produk 4

Rangkuman Variabel Pembeli

	Initial Inv. (unit)	Q (unit)	R (unit)	Lead time (bulan)
<i>Buyer 1</i>	17	31	9	1
<i>Buyer 2</i>	30	44	3661	1
<i>Buyer 3</i>	93	130	82	1
<i>Buyer 4</i>	35	48	22	1
<i>Buyer 5</i>	50	141	42	1

Rangkuman Variabel Pemasok

	Initial Inv. (unit)	P (unit)	r_v (unit)	Lead time (bulan)
<i>Vendor</i>	394	395	1	1

Rangkuman Total Persediaan, Total *Lost Sales*, Total order Pembeli

Pembeli	Total persediaan	Total Lost Sales	Total order ke Vendor	Total order antar Buyer	
				Hubungan	Total Pesan
<i>Buyer 1</i>	714	45	837	<i>Buyer 1 ke 5</i>	151
<i>Buyer 2</i>	1288	58	1320	<i>Buyer 2 ke 1</i>	119
<i>Buyer 3</i>	3557	19	3900	<i>Buyer 3 ke 1</i>	193
<i>Buyer 4</i>	1332	22	1392	<i>Buyer 4 ke 2</i>	158

Pembeli	Total persediaan	Total Lost Sales	Total order ke Vendor	Total order antar Buyer	
				Hubungan	Total Pesan
<i>Buyer 5</i>	3565	68	2961		

Rangkuman Total Persediaan, Total *Lost Sales*, Total setup produksi Pemasok

Pemasok	Total persediaan	Total Lost Sales	Total setup
<i>Vendor</i>	7044	1721	8690

K. Model Simulasi Tanpa Koordinasi Produk 5

Rangkuman Variabel Pembeli

	Initial Inv. (unit)	Q (unit)	R (unit)	Lead time (bulan)
<i>Buyer 1</i>	87	181	788	1
<i>Buyer 2</i>	80	154	798	1
<i>Buyer 3</i>	33	44	737	1
<i>Buyer 4</i>	30	38	148	1
<i>Buyer 5</i>	90	187	307	1

Rangkuman Variabel Pemasok

	Initial Inv. (unit)	P (unit)	r_v (unit)	Lead time (bulan)
<i>Vendor</i>	467	467	0	1

Rangkuman Total Persediaan, Total *Lost Sales*, Total order Pembeli

Pembeli	Total persediaan	Total Lost Sales	Total order ke Vendor	Total order antar Buyer	
				Hubungan	Total Pesan
<i>Buyer 1</i>	3517	188	5430	<i>Buyer 1 ke 5</i>	210
<i>Buyer 2</i>	3195	77	4620	<i>Buyer 2 ke 1</i>	185
<i>Buyer 3</i>	1235	29	1320	<i>Buyer 3 ke 1</i>	166
				<i>Buyer 3 ke 5</i>	150
<i>Buyer 4</i>	904	65	1146	<i>Buyer 4 ke 2</i>	58
<i>Buyer 5</i>	4574	100	5654		

Rangkuman Total Persediaan, Total *Lost Sales*, Total setup produksi Pemasok

Pemasok	Total persediaan	Total Lost Sales	Total setup
<i>Vendor</i>	1450	4160	14010