

**OPTIMASI *JOINT TOTAL COST* UNTUK SISTEM RANTAI PASOK
SINGLE-VENDOR MULTI BUYERS PADA LINGKUNGAN
PERMINTAAN YANG TIDAK PASTI**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Program Studi Teknik Industri – Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia**



Nama : Dyna Salwa Muthia Hakim

No. Mahasiswa 21522307

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

2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 03 - 07 - 2025



(Dyna Salwa Mutha Hakim)

21522307

SURAT BUKTI PENELITIAN



FAKULTAS
TEKNOLOGI INDUSTRI

Cendug Kid. Mer. Mernar
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kalirejo km. 14.5 Yogyakarta 55584
T : (0274) 8936444 ext. 4110, 4120
F : (0274) 893037
E : fti@iil.ac.id
W : iil.ac.id

SURAT KETERANGAN PENELITIAN

Nomor : 120/Ka.lab SIMANTI/20/Lab.SIMANTI/VII/2025

Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokaatuh

Dengan hormat,

Yang bertanda tangan dibawah ini, menerangkan bahwa:

Nama : Dyna Salwa Muthia Hakim

Nim : 21522307

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 "**OPTIMASI JOINT TOTAL COST UNTUK SISTEM RANTAI PASOK SING-VENDOR MULTI BUYERS PADA LINGKUNGAN PERMINTAAN YANG TIDAK PASTI**". Mulai pelaksanaan penelitian 12 Oktober 2024 sampai 30 Juni 2025.

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

Wassalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokaatuh

Yogyakarta, 01 Juli 2025

Kepala Laboratorium
Sistem Manufaktur Terintegrasi


Putri Dwi Annisa, S.T., M.Sc.

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**OPTIMASI *JOINT TOTAL COST* UNTUK SISTEM RANTAI
PASOK *SINGLE-VENDOR MULTI BUYERS* PADA
LINGKUNGAN PERMINTAAN YANG TIDAK PASTI**



Dosen Pembimbing

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

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**OPTIMASI JOINT TOTAL COST UNTUK SISTEM RANTAI PASOK
SINGLE-VENDOR MULTI BUYERS PADA LINGKUNGAN
PERMINTAAN YANG TIDAK PASTI**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Dyna Salwa Muthia Hakim

No. Mahasiswa : 21522307

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 14 - Juli – 2025

Tim Penguji

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

Ketua

Elanjati Worldailmi, S.T., M.Sc.

Anggota I

Bambang Suratno, S.T., M.T., Ph.D

Anggota II

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri Universitas
Islam Indonesia



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

015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya yang selalu mendukung, mendoakan, membimbing, memberikan motivasi, dan selalu memastikan kebahagiaan pada hidup saya yang tidak terbalaskan dan tanpa pamrih, serta saudara saya yang selalu mendengarkan keluh kesah saya selama perjalanan penelitian dan selalu memotivasi saya, dan rekan seperjuangan kuliah yang selalu ada pada setiap perjalanan perkuliahan saya hingga masa penelitian tugas akhir.

MOTTO

“Jangan engkau bersedih, sesungguhnya Allah bersama kita.”

(QS At-Taubah: 40)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

(Al Baqarah 286)

“Dan bersabarlah. Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.”

(Surat Al-Anfal ayat 46)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur senantiasa dipanjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan pengerjaan tugas akhir yang memiliki judul “**Optimasi Joint Total Cost untuk Sistem Rantai Pasok Single-Vendor Multi Buyers pada Lingkungan Permintaan yang Tidak Pasti**”. Penyusunan tugas akhir ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Selama proses penyusunan laporan Tugas Akhir ini, penulis banyak menerima dukungan, semangat, bantuan, dan doa dari banyak pihak yang sangat berarti bagi penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir, Hari Purnomo, M.T., IPU., ASEAN, Eng. Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM. Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM. Dosen Pembimbing Tugas Akhir Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Para Dosen Program Studi Teknik Industri Program Sarjana Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
5. Kedua orang tua yang selalu memotivasi, mendoakan, mendukung, dan memberi penulis kasih sayang, perhatian, dan cinta yaitu Papa Amrin Hakim dan Mama Rosalina.
6. Saudara kandung penulis Cindy Aisyah Hakim, S.T., M.T. dan Lady Arlina Hakim yang selalu memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.
7. Sahabat seperjuangan kuliah Teknik Industri terkhusus Andika, Aurel, Shalwa, Gis, Gita, Lala, Nisak, Lungga, Aliyah, sahabat MNM, dan sahabat KKA yang selalu ada dan mendukung penulis selama masa perkuliahan dan penulisan tugas akhir.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis pada penyelesaian penulisan tugas akhir.

Sleman, 26 Juni 2025



Dyna Salwa Muthia Hakim

ABSTRAK

UMKM Batik X Yogyakarta menghadapi permasalahan dalam sistem rantai pasok yang kurang efisien akibat keterbatasan sumber daya dan fluktuasi permintaan, yang berdampak pada tingginya biaya gabungan atau Joint Total Cost (JTC). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model koordinasi rantai pasok yang mampu meminimalkan JTC secara efisien, melalui pemanfaatan data historis dan pendekatan pengelolaan ketidakpastian permintaan dengan struktur *single vendor multi buyer* multi product, serta mempertimbangkan mekanisme lateral transshipment antar pembeli dan dapat menentukan strategi manajemen persediaan yang tepat dalam memaksimalkan probabilitas nilai keanggotaan permintaan dalam kondisi permintaan yang tidak pasti. Metode yang digunakan adalah penggabungan antara pendekatan *fuzzy arithmetic* untuk memodelkan permintaan yang tidak pasti dan *evolutionary algorithm* sebagai metode optimasi yang dijalankan melalui *solver Microsoft Excel*. Data yang digunakan meliputi biaya pemesanan, penyimpanan, kekurangan stok, dan biaya *transshipment* dari lima jenis produk batik dan lima pembeli. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model dengan koordinasi yang menggabungkan pendekatan *fuzzy* dan *transshipment* mampu menurunkan nilai JTC dari Rp1.037.035.226 menjadi Rp1.033.771.375, menghasilkan penghematan sebesar Rp3.263.851. Dengan demikian, pendekatan ini terbukti meningkatkan efisiensi operasional, memperkuat kolaborasi antar pihak dalam rantai pasok, serta membantu UMKM menghadapi permintaan yang tidak pasti secara lebih efektif.

Kata Kunci: *Joint Total Cost, Fuzzy Arithmetic, Evolutionary Algorithm, Lateral Transshipment, Manajemen Persediaan*

DAFTAR ISI

SURAT BUKTI PENELITIAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Penelitian.....	6
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Kajian Literatur.....	9
2.2 <i>Research Gap</i>	16
2.3 Landasan Teori	17
2.3.1 <i>Supply Chain</i>	17
2.3.2 <i>Supply Chain Management</i>	17
2.3.3 <i>Persediaan (Inventory)</i>	19
2.3.4 <i>Manajemen Persediaan</i>	21
2.3.5 <i>Metode Pengendalian Persediaan</i>	22
2.3.6 <i>Periodic Review System</i>	23
2.3.7 <i>Joint Total Cost</i>	23
2.3.8 <i>Model Fuzzy Arithmetic</i>	24
2.3.9 <i>Model Transshipment</i>	25
2.3.10 <i>Optimasi Algoritma Evolutionary</i>	26
BAB III METODE PENELITIAN	28
3.1 Objek dan Subjek Penelitian.....	28
3.2 Jenis Data Penelitian.....	28
3.3 Alur Penelitian.....	29
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	34
4.1 Pengumpulan Data.....	34
4.1.1 Deskripsi Sistem	34
4.1.2 Deskripsi Produk	36
4.1.3 Data Penelitian	38
4.3 Komponen Model.....	39
4.3.1 Notasi Model.....	39
4.3.2 Variabel Keputusan dan Kriteria Performasi	40
4.3.3 Asumsi dan Batasan Model	41
4.4 Pengembangan Formulasi Model Matematika.....	41
4.4.1 Fungsi Tujuan.....	41
4.4.2 Total Biaya Pembeli (TC_b)	42
4.4.3 Total Biaya Pemasok (TC_v)	43

4.4.4 Nilai Keanggotaan Permintaan Pembeli (μ_d)	44
4.4.5 Total Biaya Gabungan (<i>JTC</i>).....	45
4.5 Algoritma Model Pemecah Solusi.....	45
4.5.1 Model Tanpa Koordinasi	46
4.5.2 Model dengan Koordinasi	48
4.6 Validasi Model.....	50
4.7 Pengolahan Data.....	52
4.7.1 Contoh Perhitungan Model Tanpa Koordinasi	52
4.7.2 Contoh Perhitungan Model dengan Koordinasi	59
4.7.3 Rangkuman Perhitungan Model Tanpa Koordinasi	62
4.7.4 Rangkuman Perhitungan Model Tanpa Koordinasi	73
BAB V PEMBAHASAN	79
5.1 Analisis Perbandingan Variabel Keputusan.....	79
5.2 Analisis Perbandingan Total Biaya Pembeli	82
5.3 Analisis Perbandingan Total Biaya Pemasok	84
5.4 Analisis Perbandingan Total Biaya Gabungan	85
BAB VI PENUTUP	87
6.1 Kesimpulan.....	87
6.2 Saran.....	88
DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN.....	i

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data Biaya Pemasok dan Pembeli	38
Tabel 4. 2 Data Biaya Pemesanan Antar Pembeli	39
Tabel 4. 3 Langkah-Langkah Perhitung Model Tanpa Koordinasi Pembeli	46
Tabel 4. 4 Langkah-Langkah Perhitungan Model Tanpa Koordinasi Pemasok	47
Tabel 4. 5 Langkah-Langkah Perhitungan Model dengan Koordinasi.....	48
Tabel 4. 6 Validasi Model	50
Tabel 4. 7 Data Pembeli 1 pada Produk Batik 2.....	52
Tabel 4. 8 Hasil Model Simulasi Perhitungan Pembeli 1 pada Produk Batik 2.....	52
Tabel 4. 9 Hasil Optimasi P dan R pada Pembeli 1 untuk Produk Batik 2	54
Tabel 4. 10 Hasil Optimasi Total Permintaan pada Pembeli 1 untuk Produk Batik 2	54
Tabel 4. 11 <i>Membership Value</i> pada Pembeli 1 untuk Produk 2.....	55
Tabel 4. 12 Data Pemasok pada Produk 2.....	57
Tabel 4. 13 Hasil Model Simulasi Perhitungan Pemasok pada Produk Batik 2.....	57
Tabel 4. 14 Hasil Optimasi P pada Pemasok untuk Produk 2	58
Tabel 4. 15 Hasil Optimasi Pembeli Produk Batik 2 pada Model dengan Koordinasi	60
Tabel 4. 16 Hasil Optimasi Pemasok Produk Batik 2 pada Model dengan Koordinasi	60
Tabel 4. 17 Hasil Optimasi Semua Pembeli pada Produk Batik 1	62
Tabel 4. 18 Hasil Total Biaya Penyimpanan Semua Pembeli pada Produk Batik 1.....	63
Tabel 4. 19 Hasil Total Biaya <i>Lost Sales</i> Semua Pembeli pada Produk Batik 1.....	63
Tabel 4. 20 Hasil Total Biaya Pemesanan Semua Pembeli pada Produk Batik 1	63
Tabel 4. 21 Total Biaya Pemesanan Antar Pembeli pada Produk Batik 1.....	63
Tabel 4. 22 Hasil Total Biaya Keseluruhan Pembeli pada Produk Batik 1	63
Tabel 4. 23 Total Biaya Penyimpanan Pemasok pada Produk Batik 1.....	64
Tabel 4. 24 Total Biaya <i>Lost Sales</i> Pemasok pada Produk Batik 1.....	64
Tabel 4. 25 Total Biaya <i>Setup</i> Pemasok pada Produk Batik 1.....	64
Tabel 4. 26 Total Biaya Keseluruhan Pemasok pada Produk Batik 1	64
Tabel 4. 27 Hasil Optimasi Semua Pembeli pada Produk Batik 2	65
Tabel 4. 28 Hasil Total Biaya Penyimpanan Semua Pembeli pada Produk Batik 2.....	65
Tabel 4. 29 Hasil Total Biaya <i>Lost Sales</i> Semua Pembeli pada Produk Batik 2.....	65
Tabel 4. 30 Hasil Total Biaya Pemesanan Semua Pembeli pada Produk Batik 2	65
Tabel 4. 31 Total Biaya Pemesanan Antar Pembeli pada Produk Batik 2.....	65

Tabel 4. 32 Hasil Total Biaya Keseluruhan Pembeli pada Produk Batik 2	66
Tabel 4. 33 Total Biaya Penyimpanan Pemasok pada Produk Batik 2.....	66
Tabel 4. 34 Total Biaya <i>Lost Sales</i> Pemasok pada Produk Batik 2.....	66
Tabel 4. 35 Total Biaya <i>Setup</i> Pemasok pada Produk Batik 2.....	66
Tabel 4. 36 Total Biaya Keseluruhan Pemasok pada Produk Batik 2	66
Tabel 4. 37 Hasil Optimasi Semua Pembeli pada Produk Batik 3	67
Tabel 4. 38 Hasil Total Biaya Penyimpanan Semua Pembeli pada Produk Batik 3.....	67
Tabel 4. 39 Hasil Total Biaya <i>Lost Sales</i> Semua Pembeli pada Produk Batik 3.....	67
Tabel 4. 40 Hasil Total Biaya Pemesanan Semua Pembeli pada Produk Batik 3	67
Tabel 4. 41 Total Biaya Pemesanan Antar Pembeli pada Produk Batik 3.....	67
Tabel 4. 42 Hasil Total Biaya Keseluruhan Pembeli pada Produk Batik 3.....	68
Tabel 4. 43 Total Biaya Penyimpanan Pemasok pada Produk Batik 3.....	68
Tabel 4. 44 Total Biaya <i>Lost Sales</i> Pemasok pada Produk Batik 3.....	68
Tabel 4. 45 Total Biaya <i>Setup</i> Pemasok pada Produk Batik 3.....	68
Tabel 4. 46 Total Biaya Keseluruhan Pemasok pada Produk Batik 3	68
Tabel 4. 47 Hasil Optimasi Semua Pembeli pada Produk Batik 4	69
Tabel 4. 48 Hasil Total Biaya Penyimpanan Semua Pembeli pada Produk Batik 4.....	69
Tabel 4. 49 Hasil Total Biaya <i>Lost Sales</i> Semua Pembeli pada Produk Batik 4.....	69
Tabel 4. 50 Hasil Total Biaya Pemesanan Semua Pembeli pada Produk Batik 4	69
Tabel 4. 51 Total Biaya Pemesanan Antar Pembeli pada Produk Batik 4.....	70
Tabel 4. 52 Hasil Total Biaya Keseluruhan Pembeli pada Produk Batik 4.....	70
Tabel 4. 53 Total Biaya Penyimpanan Pemasok pada Produk Batik 4.....	70
Tabel 4. 54 Total Biaya <i>Lost Sales</i> Pemasok pada Produk Batik 4.....	70
Tabel 4. 55 Total Biaya <i>Setup</i> Pemasok pada Produk Batik 4.....	70
Tabel 4. 56 Total Biaya Keseluruhan Pemasok pada Produk Batik 4	71
Tabel 4. 57 Hasil Optimasi Semua Pembeli pada Produk Batik 5	71
Tabel 4. 58 Hasil Total Biaya Penyimpanan Semua Pembeli pada Produk Batik 5.....	71
Tabel 4. 59 Hasil Total Biaya <i>Lost Sales</i> Semua Pembeli pada Produk Batik 5.....	71
Tabel 4. 60 Hasil Total Biaya Pemesanan Semua Pembeli pada Produk Batik 5	71
Tabel 4. 61 Total Biaya Pemesanan Antar Pembeli pada Produk Batik 5.....	72
Tabel 4. 62 Hasil Total Biaya Keseluruhan Pembeli pada Produk Batik 5.....	72
Tabel 4. 63 Total Biaya Penyimpanan Pemasok pada Produk Batik 5.....	72
Tabel 4. 64 Total Biaya <i>Lost Sales</i> Pemasok pada Produk Batik 5.....	72
Tabel 4. 65 Total Biaya <i>Setup</i> Pemasok pada Produk Batik 5.....	73

Tabel 4. 66 Total Biaya Keseluruhan Pemasok pada Produk Batik 5	73
Tabel 4. 67 Hasil Total Biaya Pembeli pada Model dengan Koordinasi Produk Batik 1.....	73
Tabel 4. 68 Hasil Total Biaya Pemasok pada Model dengan Koordinasi Produk Batik 1	73
Tabel 4. 69 Hasil Total Biaya Gabungan Produk Batik 1	74
Tabel 4. 70 Hasil Total Biaya Pembeli pada Model dengan Koordinasi Produk Batik 2.....	74
Tabel 4. 71 Hasil Total Biaya Pemasok pada Model dengan Koordinasi Produk Batik 2	74
Tabel 4. 72 Hasil Total Biaya Gabungan Produk Batik 2	75
Tabel 4. 73 Hasil Total Biaya Pembeli pada Model dengan Koordinasi Produk Batik 3	75
Tabel 4. 74 Hasil Total Biaya Pemasok pada Model dengan Koordinasi Produk Batik 3	75
Tabel 4. 75 Hasil Total Biaya Gabungan Produk Batik 3	76
Tabel 4. 76 Hasil Total Biaya Pembeli pada Model dengan Koordinasi Produk Batik 4.....	76
Tabel 4. 77 Hasil Total Biaya Pemasok pada Model dengan Koordinasi Produk Batik 4	76
Tabel 4. 78 Hasil Total Biaya Gabungan Produk Batik 4	77
Tabel 4. 79 Hasil Total Biaya Pembeli pada Model dengan Koordinasi Produk Batik 5	77
Tabel 4. 80 Hasil Total Biaya Pemasok pada Model dengan Koordinasi Produk Batik 5	77
Tabel 4. 81 Hasil Total Biaya Gabungan Produk Batik 5	78
Tabel 5. 1 Hasil Perbandingan Variabel Keputusan Pembeli antara Kedua Model.....	79
Tabel 5. 2 Hasil Perbandingan Variabel Keputusan Pemasok antara Kedua Model	80
Tabel 5. 3 Hasil Perbandingan Total Biaya Pembeli	82
Tabel 5. 4 Penjumlahan Hasil Total Biaya Pembeli pada Setiap Produk Batik	82
Tabel 5. 5 Hasil Total Biaya Pemasok pada Setiap Produk Batik	84
Tabel 5. 6 Hasil Perbandingan Total Biaya Gabungan.....	86
Tabel 1 Permintaan Pembeli ke Pemasok untuk Produk Batik 1	i
Tabel 2 Permintaan Pembeli ke Pembeli untuk Produk Batik 1.....	i
Tabel 3 Permintaan Pembeli ke Pemasok untuk Produk Batik 2	i
Tabel 4 Permintaan Pembeli ke Pembeli untuk Produk Batik 2.....	i
Tabel 5 Permintaan Pembeli ke Pemasok untuk Produk Batik 3	ii
Tabel 6 Permintaan Pembeli ke Pembeli untuk Produk Batik 3.....	ii
Tabel 7 Permintaan Pembeli ke Pemasok untuk Produk Batik 4	ii
Tabel 8 Permintaan Pembeli ke Pembeli untuk Produk Batik 4.....	ii
Tabel 9 Permintaan Pembeli ke Pemasok untuk Produk Batik 5	ii
Tabel 10 Permintaan Pembeli ke Pembeli untuk Produk Batik 5	ii
Tabel 11 Hasil Simulasi Model Tanpa Koordinasi Pembeli 1 pada Produk Batik 2	iii
Tabel 12 Hasil Simulasi Model Tanpa Koordinasi Pembeli 2 pada Produk Batik 2.....	iii

Tabel 13 Hasil Simulasi Model Tanpa Koordinasi Pembeli 3 pada Produk Batik 2.....	iii
Tabel 14 Hasil Simulasi Model Tanpa Koordinasi Pembeli 4 pada Produk Batik 2.....	iv
Tabel 15 Hasil Simulasi Model Tanpa Koordinasi Pembeli 5 pada Produk Batik 2.....	iv
Tabel 16 Hasil Simulasi Model Tanpa Koordinasi Pemasok pada Produk Batik 2.....	iv
Tabel 17 Hasil Simulasi Model dengan Koordinasi Pembeli 1 pada Produk Batik 2.....	v
Tabel 18 Hasil Simulasi Model dengan Koordinasi Pembeli 2 pada Produk Batik 2.....	v
Tabel 19 Hasil Simulasi Model dengan Koordinasi Pembeli 3 pada Produk Batik 2.....	v
Tabel 20 Hasil Simulasi Model dengan Koordinasi Pembeli 4 pada Produk Batik 2.....	vi
Tabel 21 Hasil Simulasi Model dengan Koordinasi Pembeli 5 pada Produk Batik 2.....	vi
Tabel 22 Hasil Simulasi Model dengan Koordinasi Pemasok pada Produk Batik 2.....	vi

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Produk Batik 1.....	36
Gambar 3. 2 Produk Batik 2.....	37
Gambar 3. 3 Produk Batik 3.....	37
Gambar 3. 4 Produk Batik 4.....	38
Gambar 3. 5 Produk Batik 5.....	38
Gambar 3. 6 Alur Penelitian	30
Gambar 4. 1 Diagram Sistem Rantai Pasok UMKM Batik X Yogyakarta	35

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada lingkungan bisnis yang semakin kompetitif diperlukannya sistem rantai pasok yang dikelola dengan baik oleh sebuah perusahaan. Sistem dari rantai pasok memiliki peran penting dalam menjaga kelangsungan operasi seperti dalam memenuhi kebutuhan pelanggan secara tepat waktu, melakukan optimasi dari penggunaan sumber daya, dan meminimasi biaya operasional perusahaan. Pada manajemen rantai pasok memiliki tujuan untuk mengintegrasikan pemasok, perusahaan, pergudangan, distributor, hingga barang sampai kepada konsumen dengan jumlah, lokasi, dan waktu yang tepat (Setiawan & Suhardi, 2005). Berdasarkan tujuan manajemen rantai pasok tersebut diketahui elemen yang tertera diperlukan penggabungan dalam satu unit fungsional dengan mengintegrasikan komponen tersebut menjadi integrasi sistem rantai pasok untuk mengkoordinasikan seluruh elemen rantai pasok. Berdasarkan elemen yang dimiliki pada sistem rantai pasok, berdasarkan Muhammad et al., (2014), manajemen rantai pasok memiliki tujuan untuk meminimalisasi total biaya dalam memenuhi kebutuhan tetap maupun tidak tetap yang mencakup biaya bahan baku, biaya tambahan, biaya transportasi pengiriman, biaya fasilitas investasi, biaya produksi langsung dan tidak langsung, biaya persediaan, dan lainnya.

Manajemen rantai pasok yang terintegrasi tidak hanya dibutuhkan oleh perusahaan besar tetapi dapat diaplikasikan pada UMKM (Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah). Berdasarkan Kementerian Perdagangan RI (2023) diketahui adanya 66 juta pelaku UMKM di Indonesia yang berperan signifikan dalam perekonomian Indonesia dengan menyumbang 61% dari Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia. Pada Provinsi DI Yogyakarta yang bersumber pada data Bappeda (2023) diketahui adanya peningkatan dalam jumlah UMKM sebesar 69,59 % dari 188.033 unit pada tahun 2020 menjadi 318.892 unit pada tahun 2021 yang diketahui peningkatan jumlah UMKM di Provinsi DI Yogyakarta mengalami peningkatan yang signifikan. Kemudian berdasarkan sumber yang sama diketahui adanya peningkatan jumlah UMKM sebesar 0,08% dari 324.745 unit pada tahun 2022 menjadi 325.006 unit pada tahun 2023. Seiring dengan peningkatan jumlah UMKM yang signifikan pada Provinsi DI Yogyakarta, salah satu sektor yang memiliki perkembangan pesat yaitu industri batik, mengingat batik merupakan bagian dari kekayaan budaya lokal yang berpotensi bersaing pada pasar global. Berdasarkan data pada Dinas Perindustrian Koperasi

Usaha Kecil dan Menengah (2023) tercatat adanya 266 unit usaha industri batik yang berlokasi pada Provinsi DI Yogyakarta baik dari skala kecil hingga menengah. Dalam menghadapi persaingan bisnis, pelaku UMKM pada industri batik perlu secara aktif mencari solusi untuk memperkuat kemampuan bersaing dan meningkatkan daya saing. *Joint Total Cost (JTC)* merupakan total biaya gabungan dari seluruh aktivitas dalam sistem rantai pasok, termasuk biaya pemesanan, penyimpanan, kekurangan stok, dan transshipment antar pihak, yang dihitung secara terkoordinasi. Dalam konteks UMKM industri batik di Yogyakarta, perhitungan JTC menjadi penting karena UMKM sering menghadapi keterbatasan sumber daya dan permintaan pelanggan yang fluktuatif yang dapat menyebabkan ketidakseimbangan stok antar pembeli dan pemborosan biaya. Dengan menerapkan pendekatan JTC, UMKM dapat melihat biaya secara menyeluruh sehingga memungkinkan terjadinya penghematan melalui koordinasi pemesanan.

UMKM batik X merupakan salah satu produsen batik yang berlokasi pada Daerah Istimewa Yogyakarta. Pada penelitian ini, UMKM batik X merupakan pemasok 5 produk batik kepada 5 pembeli. Sistem distribusi yang diterapkan mengacu pada konsep *Business to Business (B2B)*, di mana hubungan transaksi terjadi antara UMKM sebagai produsen dengan beberapa pihak pembeli (*buyer*), bukan langsung kepada konsumen akhir atau *Business to Customer (B2C)*. Selain itu, hubungan antara pembeli dengan pembeli lain ini terjadi fungsi *lateral transshipment* yang merupakan mekanisme pengiriman lateral antar lokasi pada level yang sama dalam suatu sistem rantai pasok yang dilakukan secara reaktif sebagai respon terhadap *stockout* pada salah satu lokasi (Paterson et al., 2009). Pada kasus konsumen UMKM batik X dengan adanya fungsi *lateral transshipment* membuat antar konsumen dapat saling membeli dan menjual produk batik tersebut dalam skala kecil dan dengan menerapkan fungsi *reactive lateral transshipment* menjadikan sebuah solusi dalam mengatasi ketidakpastian permintaan, menghemat energi dari produksi yang tidak perlu, dan meningkatkan tingkat layanan pelanggan (Liao et al., 2020).

Seiring dengan peningkatan jumlah UMKM batik pada DI Yogyakarta adanya beberapa hambatan yang dirasakan oleh UMKM batik pada DI Yogyakarta begitu pula pada UMKM batik X seperti modal yang terbatas untuk mengelola persediaan dalam skala besar dan adanya permintaan pelanggan yang fluktuatif. Hal tersebut menyebabkan sistem rantai pasok yang kurang efisien seperti terjadinya stok yang berlebih pada satu waktu (*overstock*) sementara stok yang kekurangan pada waktu lainnya (*stockout*). Berdasarkan permasalahan yang dialami oleh UMKM batik X dalam mengelola distribusi produk dapat menyebabkan

joint total cost yang tinggi yang meliputi biaya produksi penyimpanan, pengiriman, dan kehilangan penjualan akibat kekurangan stok. Oleh karena itu diperlukan minimasi dalam *joint total cost* yang dapat meningkatkan efisiensi operasional, memastikan koordinasi yang optimal, dan mengatasi ketidakpastian yang pada akhirnya dapat meningkatkan profitabilitas dan daya saing (Purnomo et al., 2022a). Dengan mengutamakan efisiensi dan koordinasi dalam seluruh rantai pasok yang membuat adanya hubungan kolaboratif yang menguntungkan semua pihak yang dapat mengurangi biaya secara keseluruhan, meningkatkan kinerja rantai pasok, mengurangi risiko, dan memperkuat daya saing di pasar merupakan alasan diutamakannya dilakukan minimasi *joint total cost* daripada *separated cost*. Pendekatan ini menghindari konflik kepentingan yang sering terjadi pada *separated cost*, di mana setiap entitas dalam rantai pasok hanya memaksimalkan keuntungan masing-masing pihak. Pendekatan *separated cost* terkadang menyebabkan suboptimalitas karena kurangnya koordinasi, sedangkan minimasi *joint total cost* memastikan penghematan biaya lebih besar dan hubungan kolaboratif antar pihak dalam rantai pasok (Chopra & Meindl, 2016).

Dalam melakukan minimasi *joint total cost* yang mencakup biaya pemesanan, penyimpanan, dan kekurangan stok dilakukan untuk meningkatkan efisiensi dan profitabilitas pada keseluruhan sistem rantai pasok diperlukan strategi yang tepat. Berdasarkan Chopra & Meindl, (2016) menyampaikan langkah-langkah yang dapat dilakukan untuk meminimalkan *joint total cost* (JTC) yaitu dengan mengidentifikasi dan mengkategorikan biaya dalam rantai pasok seperti biaya produksi, biaya persediaan, biaya pengiriman, biaya kekurangan stok, biaya *lateral transshipment*, dan biaya stok tidak terjual. Kemudian melakukan optimasi struktur rantai pasok dengan mendesain ulang jaringan distribusi untuk mengurangi jarak tempuh ataupun frekuensi pengiriman dengan memastikan aliran material, informasi, dan dana terkoordinasi dengan baik. Langkah selanjutnya yaitu melakukan koordinasi antar pemangku kepentingan dengan contoh melakukan kolaborasi antara vendor dengan pembeli untuk menentukan ukuran lot yang optimal. Berikutnya dengan menggunakan data permintaan historis dilakukannya analisis data permintaan untuk membuat prediksi akurat yang ditujukan untuk mengurangi *overstock* dan *stockout* pada unit industri lalu mengimplementasikan pendekatan berbasis stokastik untuk menangani ketidakpastian dalam permintaan konsumen. Selanjutnya yaitu membuat model optimasi solusi yang pada penelitian ini menggunakan algoritma optimasi yaitu *evolutionary algorithm* dan *fuzzy arithmetic* untuk memodelkan permintaan yang tidak pasti. Berdasarkan kebijakan yang telah

dibuat dilakukan evaluasi dan penyesuaian sebelum dilakukannya implementasi. Dalam konteks permintaan yang tidak pasti, penggunaan data historis dibutuhkan untuk menganalisis pola permintaan dan mengurangi risiko terjadinya *overstock* maupun *stockout*. *Overstock* menyebabkan peningkatan biaya penyimpanan dan risiko produk tidak terjual, sementara *stockout* berdampak pada kehilangan potensi penjualan dan penurunan tingkat layanan pelanggan, untuk menangani hal tersebut implementasi pendekatan stokastik seperti *fuzzy arithmetic* digunakan dalam penelitian ini untuk memodelkan permintaan yang tidak pasti, serta dikombinasikan dengan metode optimasi seperti *evolutionary algorithm* untuk menentukan solusi optimal.

Pada penelitian ini menggunakan *fuzzy arithmetic* dalam memodelkan permintaan yang tidak pasti dari konsumen kepada UMKM Batik X. *Fuzzy Arithmetic* merupakan metode untuk melakukan operasi matematika pada bilangan *fuzzy* yang dirancang untuk menangani data yang pada kasus ini berupa permintaan yang tidak pasti. Operasi ini meliputi penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian yang diadaptasi pada bilangan fuzzy melalui fungsi keanggotaan. Bilangan *fuzzy* digunakan untuk merepresentasikan nilai yang tidak pasti dalam rentang tertentu seperti dalam distribusi triangular, trapezoidal, dan lainnya (Romanov, 2019). Berdasarkan Kahraman (2014) penggunaan *fuzzy arithmetic* didasarkan pada kemampuan pendekatan tersebut untuk memungkinkan representasi ketidakpastian dalam data permintaan melalui himpunan fuzzy, memberikan fleksibilitas dalam situasi di mana data tidak pasti atau tidak lengkap. Dengan memodelkan ketidakpastian biaya dan permintaan, *fuzzy arithmetic* dapat menentukan solusi optimal yang dapat membuat permintaan yang berada di lingkungan yang tidak pasti tersebut menjadi terkontrol pada batasan yang telah ditentukan dan dapat dilanjutkan pada rumusan *joint total cost* termasuk biaya penyimpanan, biaya pemesanan dan biaya kekurangan stok. Kemudian metode optimasi solusi yang digunakan yaitu algoritma *evolutionary* yang merupakan metode yang disediakan dalam *solve Microsoft Excel* untuk mencari solusi optimal dari suatu model yang pada penelitian ini digunakan untuk melakukan optimasi permintaan pelanggan yang diberi batasan dengan *fuzzy* sebelumnya dan pada optimasi nilai *joint total cost*. *Evolutionary Algorithm* merupakan metode optimasi berbasis populasi yang menggunakan prinsip biologis seperti seleksi, mutasi, dan *crossover* untuk mencari solusi yang optimal. *Evolutionary Algorithm* memungkinkan eksplorasi solusi yang luas dengan mempertimbangkan berbagai kombinasi variabel (Fonseca & Fleming, 1995). Berdasarkan permasalahan permintaan yang tidak pasti yang dihadapi oleh UMKM Batik X maka dilakukan minimalisasi *joint total cost*

dengan menggunakan *fuzzy arithmetic* dalam memodelkan pola permintaan yang stokastik dan algoritma *evolutionary* sebagai metode optimasi solusi yang digunakan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang yang sudah dipaparkan dapat disusun rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana meminimalisasi *joint total cost* dengan skenario *multibuyer* dan *single vendor* serta *multi product*, lalu mempertimbangkan pengurangan biaya dengan adanya *lateral transshipment* antar *buyer* secara efisien, serta mengatasi ketidakseimbangan distribusi stok yang menyebabkan terjadinya gap antara *overstock* pada satu lokasi dan *stockout* pada lokasi lainnya?
2. Bagaimana strategi manajemen persediaan dalam memaksimalkan probabilitas nilai keanggotaan permintaan dalam kondisi permintaan yang tidak pasti?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut dapat diketahui tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut :

1. Dapat meminimalisasi *joint total cost* dengan skenario *multibuyer* dan *single vendor* serta *multi product*, lalu mempertimbangkan pengurangan biaya dengan adanya *lateral transshipment* antar *buyer* secara efisien, serta mengatasi ketidakseimbangan distribusi stok yang menyebabkan terjadinya gap antara *overstock* pada satu lokasi dan *stockout* pada lokasi lainnya.
2. Dapat menentukan strategi manajemen persediaan yang tepat dalam memaksimalkan probabilitas nilai keanggotaan permintaan dalam kondisi permintaan yang tidak pasti.

1.4 Manfaat Penelitian

Pada penelitian ini didapatkan manfaat untuk beberapa pihak, berikut merupakan manfaat dari penelitian ini :

1. Bagi Peneliti
 - a. Mendapatkan kesempatan untuk mengaplikasikan keilmuan teori teknik industri yang telah diperoleh pada sistem industri nyata.
 - b. Mendapatkan tambahan pengetahuan terkait sistem operasional di industri batik pada UMKM Batik X berdasarkan sudut pandang teknik industri.

- c. Mendapatkan kesempatan untuk melakukan penelitian pada UMKM Batik X serta mendapatkan kesempatan untuk melakukan analisis dan memberikan solusi terkait permasalahan minimasi *joint total cost*.
2. Bagi UMKM Batik X

Mendapatkan bahan pertimbangan untuk menyelesaikan permasalahan pada UMKM Batik X berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan.
3. Bagi Universitas
 - a. Dapat menjadi sumber referensi bagi penelitian selanjutnya yang memiliki topik terkait minimasi *joint total cost* dengan skenario *multi buyer* dan *single vendor* serta *multi product*.
 - b. Dapat menjadi sumber referensi bagi penelitian selanjutnya yang menggunakan pendekatan *fuzzy arithmetic*.

1.5 Batasan Penelitian

Berikut merupakan batasan dari penelitian ini yang ditujukan agar penelitian dapat terfokus pada tujuan penelitian, berikut merupakan batasan pada penelitian ini :

1. Pada sistem rantai pasok yang diteliti merupakan sistem rantai pasok dengan pemasok tunggal (*single vendor*) dan multi pembeli (*multi buyers*) yang terdiri dari 5 pembeli.
2. Produk yang dihasilkan dan dipasarkan pada penelitian ini terdiri dari 5 produk batik.
3. Pada sistem rantai pasok pada penelitian ini terjadinya *lateral transshipment* antar pembeli.
4. Selama penelitian diasumsikan biaya tidak berubah.
5. Seluruh asumsi yang digunakan merupakan batasan dari penelitian.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dibuat agar dalam penyusunan tugas akhir menjadi lebih terstruktur. Berikut merupakan sistematika penulisan laporan tugas akhir pada setiap bab :

BAB I PENDAHULUAN

Bab pertama merupakan pendahuluan yang berisikan penjelasan terkait latar belakang dari penelitian yang dilakukan, kemudian berisikan rumusan masalah yang didapatkan berdasarkan latar belakang penelitian, lalu tujuan penelitian yang merupakan arah tuju dari penelitian yang dilakukan, selanjutnya berisikan manfaat penelitian bagi berbagai pihak seperti peneliti, objek penelitian, dan universitas. Kemudian pada bab pertama berisikan

batasan masalah yang ditujukan agar penelitian dapat terfokus pada tujuan penelitian, dan yang terakhir berisi sistematika penulisan pada penelitian yang dilakukan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab kedua merupakan tinjauan pustaka yang berisikan kajian induktif dan kajian deduktif yang relevan dengan penelitian yang dilakukan dan dapat digunakan sebagai dasar dalam penyelesaian masalah yang tertera pada latar belakang. Kajian induktif merupakan kajian yang didapatkan dari penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian yang dilakukan. Kajian deduktif merupakan kajian yang diperoleh dari buku, jurnal terkait, *website* atau artikel resmi.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ketiga merupakan metode penelitian yang berisikan penjelasan terkait subjek dan objek pada penelitian yang dilakukan, alat dan bahan yang akan digunakan, teknik pengumpulan data, metode yang digunakan dalam penelitian, alur penelitian yang berisikan tahapan dalam penelitian secara jelas dalam bentuk *flowchart*

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab keempat merupakan pengumpulan dan pengolahan data yang berisikan proses dari pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian dan pengolahan dari data menggunakan metode yang telah dipilih untuk mencapai tujuan penelitian, Kemudian memaparkan hasil pengolahan data dalam bentuk gambar, tabel, maupun grafik.

BAB V PEMBAHASAN

Bab kelima merupakan pembahasan yang berisikan pemaparan pembahasan dan analisis mengenai hasil yang didapat dari pengumpulan dan pengolahan data yang telah dilakukan. Pembahasan pada bab ini dilakukan sesuai dengan latar belakang, rumusan masalah, dan tujuan penelitian sehingga didapatkan kesimpulan yang sejalan dengan tujuan penelitian yang dituju.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab keenam merupakan kesimpulan dan saran yang berisikan rangkuman dari pembahasan yang menjawab rumusan masalah secara jelas. Kemudian pada bab ini berisikan saran yang ditujukan kepada beberapa pihak yaitu penelitian selanjutnya, dan perusahaan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Kajian literatur pada penelitian ini menjadi landasan teoritis untuk mendasari penelitian dengan topik yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan serta membantu peneliti untuk menemukan celah dalam penelitian yang belum dibahas sehingga penelitian ini dapat menjadi penelitian yang lebih inovatif. Berikut merupakan penelitian-penelitian terdahulu yang dapat menjadi landasan bagi peneliti dalam melakukan penelitian kali ini.

Penelitian yang dilakukan oleh Nasution et al (2020) dengan judul “*Determination of Joint Lot Size using the supply chain approach with Vendor Managed Inventory (VMI) Method at PT. XYZ*” memiliki tujuan untuk menentukan ukuran lot gabungan yang optimal dalam sistem rantai pasok pada PT XYZ menggunakan metode *Joint Economic Lot Sizing (JELS)* dan *Vendor Managed Inventory (VMI)*. Dijelaskan bahwa PT XYZ sering mengalami kelebihan dan kekurangan stok karena kurangnya integrasi dan koordinasi dalam perencanaan produksi serta pengelolaan inventori. Penelitian tersebut menggunakan data historis permintaan, produksi, dan persediaan untuk menganalisis total biaya optimal dengan iterasi ukuran lot pengiriman dan pemesanan. Hasil menunjukkan bahwa total biaya minimum sebesar Rp 4.548.249.599 dicapai dengan ukuran lot pengiriman 8.692 kantong, frekuensi pengiriman 50 kali, dan frekuensi pemesanan bahan baku 13 kali per tahun, memberikan penghematan Rp 1.239.128.918 dibandingkan kondisi awal. Kesimpulannya, metode JELS dan VMI efektif dalam mengurangi biaya total dan meningkatkan efisiensi integrasi rantai pasok.

Penelitian yang dilakukan oleh Heryanto et al (2019) dengan judul “*Pengendalian Persediaan Produk Obat Herbal pada Permintaan Probabilistik Menggunakan Joint Economic Lot Size*” membahas terkait permasalahan koordinasi dalam pengendalian persediaan pada rantai pasok industri obat herbal yang terdiri dari manufaktur dan distributor. Tujuannya adalah mengusulkan metode *Joint Economic Lot Size (JELS)* untuk mengintegrasikan kedua eselon guna menurunkan total biaya persediaan. Metode penelitian dimulai dengan pengujian kenormalan data permintaan, peramalan menggunakan metode terbaik, dan perhitungan biaya dengan pendekatan aktual serta JELS. Hasilnya menunjukkan bahwa metode JELS mampu menurunkan total biaya persediaan dari Rp 5.500.371,476 menjadi Rp 4.604.766,665 per bulan, menghemat Rp 895.604,811 atau 16,28%. Kesimpulannya, metode JELS efektif dalam mengurangi biaya total dan meningkatkan efisiensi rantai pasok.

Penelitian oleh Aljazzar dan Gurtu (2019) dengan judul “*Observations on ‘a Joint Economic-Lot-Size Model for Purchaser and Vendor’*” bertujuan untuk mengevaluasi model *Joint Economic Lot Sizing* (JELS) dalam rantai pasok, serta mengembangkan dua model alternatif berdasarkan pengamatan terhadap model Goyal (1988). Penelitian ini berfokus pada pengaruh variasi titik awal siklus produksi terhadap total biaya sistem rantai pasok dengan data numerik dan analisis sensitivitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model Goyal memberikan hasil terbaik dalam kasus tertentu, sementara model alternatif lebih efektif pada rentang atribut yang lebih luas. Kesimpulannya, pengembangan model alternatif meningkatkan kinerja koordinasi rantai pasok untuk berbagai skenario produksi dan konsumsi.

Penelitian oleh Asih et al. (2023) berjudul “*Enhancing Logistics Efficiency: A Case Study of Genetic Algorithm-Based Route Optimization in Distribution Problem*” bertujuan untuk mengoptimalkan efisiensi logistik dengan meminimalkan jarak dan biaya distribusi melalui algoritma genetika (GA). Studi ini menggunakan metode *Travelling Salesman Problem* (TSP) untuk memecahkan masalah distribusi roti, dengan eksperimen pada parameter GA seperti probabilitas *crossover*, mutasi, dan ukuran populasi. Hasilnya menunjukkan pengurangan jarak distribusi dari 55,5 km menjadi 30,45 km dan biaya bahan bakar dari Rp 94.350 menjadi Rp 51.765, memberikan peningkatan efisiensi sebesar 45,2%. Kesimpulannya, penerapan GA efektif dalam meningkatkan efisiensi logistik dan menawarkan peluang penghematan biaya, serta dapat diterapkan pada berbagai skenario distribusi lainnya.

Penelitian oleh Jauhari et al. (2021) dengan judul “*Inventory and Sales Decisions in a Vendor–Buyer System with Imperfect Items and Learning in Inspection*” bertujuan untuk mengoptimalkan profit total dalam sistem rantai pasok vendor–pembeli dengan mempertimbangkan produksi yang tidak sempurna, kesalahan inspeksi, dan proses pembelajaran dalam inspeksi. Penelitian ini mengembangkan model matematika dengan variabel seperti ukuran lot pengiriman, jumlah pengiriman, ukuran *backorder*, harga jual, dan upaya iklan. Model ini diselesaikan menggunakan algoritma iteratif untuk mendapatkan solusi optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan terintegrasi memberikan keuntungan lebih tinggi dibandingkan pendekatan desentralisasi, dengan penurunan harga jual dan tingkat *backorder*. Kesimpulannya, model ini efektif meningkatkan profit sistem

melalui strategi harga dan iklan yang terkoordinasi, namun peningkatan pembelajaran dalam inspeksi tidak selalu meningkatkan profit secara langsung.

Penelitian oleh Marchi et al. (2020) berjudul "*Improving Supply Chain Profit through Reverse Factoring: A New Multi-Suppliers Single-Vendor Joint Economic Lot Size Model*" bertujuan untuk meningkatkan keuntungan rantai pasok melalui penerapan model *Joint Economic Lot Size* (JELS) yang mengintegrasikan solusi pembiayaan *reverse factoring*. Penelitian ini menggunakan pendekatan matematis untuk mengembangkan model koordinasi antara vendor dan beberapa pemasok dalam pengambilan keputusan operasional dan finansial. Analisis dilakukan dengan membandingkan performa rantai pasok dengan dan tanpa skema *reverse factoring* menggunakan simulasi numerik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan *reverse factoring* meningkatkan keuntungan total rantai pasok sebesar 3,23%, dengan peningkatan ukuran lot optimal dan jumlah pengiriman. Kesimpulannya, *reverse factoring* dapat meningkatkan efisiensi dan profitabilitas rantai pasok dengan mengurangi biaya modal pemasok serta mendukung hubungan yang lebih kolaboratif dan berkelanjutan di antara para pihak.

Penelitian oleh Muhammad Ridwan Andi Purnomo et al. (2022) berjudul "*Optimisation of the Single-Vendor Single-Buyer Supply Chain System under Fuzzy Demand Using Optimisation–Simulation Closed Loop Technique*" bertujuan untuk meminimalkan biaya total gabungan (Joint Total Cost, JTC) dalam sistem rantai pasok tunggal vendor- pembeli dengan permintaan pembeli yang tidak pasti. Metode yang digunakan melibatkan pendekatan *optimisation–simulation closed loop* dengan mengintegrasikan algoritma genetika (*Genetic Algorithm*) untuk mengoptimalkan titik pemesanan ulang, jumlah pesanan, dan jumlah batch produksi, serta menggunakan model permintaan fuzzy untuk menangani ketidakpastian. Studi ini dilakukan pada sistem distribusi batik di Yogyakarta dengan simulasi selama 10 tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan terintegrasi menghasilkan JTC sebesar IDR 146.195.208, lebih rendah dibandingkan pendekatan terpisah sebesar IDR 150.338.611. Kesimpulannya, teknik optimasi ini efektif dalam mencapai solusi global optimum, mengurangi biaya total, dan menangani ketidakpastian permintaan dalam sistem rantai pasok.

Penelitian oleh Rahmanto dan Dahda (2022) berjudul "*Integrated Inventory Model for Single Vendor Single Buyer Considering the Level of Product Defects*" bertujuan untuk mengembangkan model persediaan terintegrasi bagi produsen dan pembeli tunggal dengan

mempertimbangkan tingkat cacat produk guna meminimalkan total biaya persediaan gabungan. Penelitian ini menggunakan algoritma iteratif untuk menentukan nilai optimal dari frekuensi pengiriman dan waktu siklus produksi. Hasil dari contoh numerik dan analisis sensitivitas menunjukkan bahwa model ini mampu memberikan penghematan biaya yang signifikan seiring dengan meningkatnya persentase produk cacat, dengan biaya total persediaan gabungan yang lebih rendah saat persentase cacat meningkat. Kesimpulannya, model ini efektif dalam mengurangi biaya persediaan dan dapat diperluas lebih lanjut dengan mempertimbangkan perlakuan terhadap produk cacat untuk skenario yang lebih kompleks.

Penelitian oleh Sebatjane dan Adetunji (2020) berjudul “*A Three-Echelon Supply Chain for Economic Growing Quantity Model with Price- and Freshness-Dependent Demand: Pricing, Ordering and Shipment Decisions*” bertujuan untuk mengoptimalkan keuntungan rantai pasok tiga tingkatan yang melibatkan produksi, pengolahan, dan penjualan produk pangan mudah rusak dengan permintaan yang bergantung pada harga dan kesegaran produk. Penelitian ini menggunakan model integrasi yang menggabungkan keputusan harga, kebijakan pengisian ulang, dan pengiriman untuk memaksimalkan profit rantai pasok secara keseluruhan. Metode yang digunakan mencakup formulasi model matematis dengan analisis numerik yang mempertimbangkan berbagai variabel seperti harga jual, tingkat kesegaran produk, dan jadwal pengiriman. Hasilnya menunjukkan bahwa pendekatan terpusat dalam pengambilan keputusan meningkatkan keuntungan rantai pasok sebesar 74,2% dibandingkan dengan pendekatan desentralisasi. Kesimpulannya, model ini efektif dalam mengoptimalkan keputusan rantai pasok untuk produk mudah rusak dan menawarkan manfaat signifikan melalui integrasi lintas tingkatan.

Penelitian oleh Tarhini et al. (2020) berjudul “*An Integrated Single-Vendor Multi-Buyer Production Inventory Model with Transshipments between Buyers*” bertujuan untuk mengembangkan model persediaan terintegrasi dalam rantai pasok satu vendor dan beberapa pembeli, dengan memperkenalkan mekanisme *transshipment* antar pembeli untuk meminimalkan biaya total sistem. Penelitian ini menggunakan pendekatan matematis untuk mengoptimalkan ukuran pengiriman dan frekuensi pengiriman antara vendor dan pembeli, serta *transshipment* antar pembeli, dengan mempertimbangkan kapasitas penyimpanan dan pengiriman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan *transshipment* antar pembeli dapat mengurangi biaya total sistem hingga 8% dibandingkan model sebelumnya tanpa *transshipment*. Kesimpulannya, model ini efektif dalam mengurangi biaya dan meningkatkan efisiensi rantai pasok melalui integrasi strategi persediaan dan logistik.

Penelitian oleh Gabriela Pereira Soares et al. (2021) berjudul "*A Fuzzy Maturity- Based Method for Lean Supply Chain Management Assessment*" bertujuan untuk mengembangkan metode pengukuran tingkat kematangan *Lean Supply Chain Management* (LSCM) dengan mempertimbangkan praktik *lean* dan pengelolaan pemborosan dalam rantai pasok. Penelitian ini menggunakan tiga tahap utama: tinjauan literatur untuk merumuskan model kematangan, validasi oleh ahli menggunakan metode *Fuzzy Delphi* (FDM), dan pengujian melalui studi multi-kasus di tiga perusahaan dari sektor berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pilar pengelolaan pemborosan mencapai skor tertinggi dalam kematangan, diikuti oleh manajemen logistik dan teknologi informasi. Perusahaan dengan kebijakan produksi *make-to-order* memiliki tingkat kematangan yang lebih rendah dibandingkan perusahaan lainnya. Kesimpulannya, model ini efektif dalam mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan rantai pasok, memberikan peluang perbaikan, dan menawarkan panduan strategis untuk implementasi LSCM yang lebih efisien.

Penelitian oleh Muhammad Ridwan Andi Purnomo (2024) berjudul "*Optimisation of Supply Chain with Reactive Lateral Transshipment Under Imperfect Production System*" bertujuan untuk meminimalkan biaya total gabungan (*Joint Total Cost*) dalam sistem rantai pasok batik dengan vendor tunggal dan beberapa pembeli, sambil mempertimbangkan sistem produksi yang tidak sempurna dan *transshipment lateral* reaktif. Penelitian ini menggunakan pendekatan simulasi berbasis optimasi yang dikombinasikan dengan algoritma genetika (*Genetic Algorithm*) untuk menentukan ukuran lot produksi, titik pemesanan ulang, dan kebijakan *transshipment*. Studi dilakukan pada rantai pasok batik di Yogyakarta dengan lima jenis produk dan lima pembeli. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model *optimasi-in-the-loop* ini berhasil menghasilkan solusi optimum, dengan JTC sebesar IDR 2.488.873.337 setelah lima tahun simulasi. Kesimpulannya, pendekatan ini efektif dalam mengatasi ketidakpastian sistem produksi dan distribusi, serta dapat meningkatkan efisiensi dan stabilitas dalam manajemen rantai pasok.

Penelitian oleh Sukendar et al. (2022) berjudul "*Analysis of Supply Chain Risks Using Supply Chain Operation Reference (SCOR), House of Risk (HOR), and Fuzzy Analytical Network Process (FANP) Method*" bertujuan untuk menganalisis risiko dalam rantai pasok pada industri pipa paralon serta memberikan prioritas mitigasi risiko menggunakan pendekatan terintegrasi. Dalam penelitian ini, metode SCOR digunakan untuk memetakan proses utama rantai pasok (*plan, source, make, deliver, return*) dan mengidentifikasi 25 kejadian risiko serta sumber-sumber risiko. *House of Risk* (HOR) diterapkan untuk

menghitung *Aggregate Risk Potential* (ARP) dan memprioritaskan 10 agen risiko yang memiliki dampak terbesar. Pada tahap akhir, metode *Fuzzy Analytical Network Process* (FANP) digunakan untuk menentukan prioritas alternatif mitigasi risiko dengan mempertimbangkan hubungan antar kriteria secara hierarkis maupun jaringan. FANP dimulai dengan membangun hierarki risiko berdasarkan prioritas ARP dari HOR. Selanjutnya, dilakukan penilaian hubungan antar elemen menggunakan nilai linguistik, yang kemudian dikonversi menjadi bilangan *fuzzy*. Proses *fuzzyfication* ini mencakup pembuatan matriks perbandingan berpasangan dan perhitungan bobot menggunakan metode defuzzifikasi dengan pendekatan *center of gravity*. Bobot kriteria dihitung melalui supermatriks berbobot, yang akhirnya diiterasi hingga mencapai kondisi stabil. FANP menghasilkan prioritas langkah mitigasi risiko berdasarkan bobot tertinggi. Hasil dari FANP menunjukkan bahwa prioritas mitigasi utama adalah evaluasi harian menggunakan lembar kerja dengan bobot tertinggi (10,63%), diikuti oleh pelatihan kontrol kualitas (6,84%) dan pembuatan prosedur operasional standar untuk komunikasi internal (5,62%). Implementasi mitigasi ini diharapkan dapat mengurangi risiko secara signifikan di seluruh rantai pasok. Kesimpulannya, penggunaan FANP memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih akurat dalam mengelola risiko, terutama pada sistem dengan ketergantungan antar kriteria, menjadikannya pendekatan yang efektif untuk meningkatkan kinerja dan stabilitas rantai pasok.

Penelitian oleh Muhammad Ridwan Andi Purnomo (2023) berjudul "*Optimisation-in-the-loop Simulation of Multi-Products Single Vendor-Multi Buyers Supply Chain Systems with Reactive Lateral Transshipment*" memiliki tujuan untuk mengembangkan model simulasi berbasis optimasi dalam sistem rantai pasok produk batik dengan vendor tunggal dan beberapa pembeli, dengan mempertimbangkan *transshipment lateral* reaktif untuk mengurangi biaya total gabungan (*Joint Total Cost*). Penelitian ini menggunakan pendekatan optimasi dalam simulasi berbasis stokastik, dengan algoritma genetika (*Genetic Algorithm*) yang dimodifikasi untuk menentukan ukuran lot produksi, titik pemesanan ulang, dan kebijakan *transshipment lateral* antar pembeli. Studi dilakukan pada sistem rantai pasok batik di Yogyakarta, dengan simulasi selama lima tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ini berhasil mengurangi JTC hingga 19% dibandingkan dengan optimasi lokal. Kesimpulannya, model ini efektif dalam meningkatkan efisiensi rantai pasok melalui integrasi kebijakan inventori dan logistik dengan pendekatan *transshipment lateral* reaktif.

Penelitian oleh Rika Sri Utami et al. (2024) berjudul "Penerapan Algoritma *Evolutionary* dan *Nearest Neighbor* untuk Optimasi Rute Distribusi" bertujuan untuk mencari

rute distribusi terpendek dan mengoptimalkan biaya operasional pengiriman barang dari warehouse ke 9 retail. Permasalahan yang dihadapi adalah ketidakefisienan rute distribusi yang selama ini hanya didasarkan pada intuisi operator, sehingga menghasilkan waktu dan biaya operasional yang fluktuatif. Penelitian ini menggunakan algoritma *evolutionary*, yang merupakan metode pencarian stokastik berbasis populasi, dan metode *nearest neighbor*, yang menentukan rute berdasarkan jarak terdekat antar retail. Data jarak antar lokasi diperoleh menggunakan *Google Maps*, dan perhitungan dilakukan dengan bantuan *solver* di *Microsoft Excel*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma *evolutionary* menghasilkan rute terpendek dengan total jarak 54,5 km, lebih optimal dibandingkan *nearest neighbor* yang menghasilkan total jarak 55 km. Kesimpulannya, algoritma *evolutionary* lebih efektif dalam menghasilkan rute distribusi global optimal, memberikan penghematan waktu dan konsumsi bahan bakar, serta meningkatkan efisiensi operasional distribusi.

Penelitian oleh Rinaldi (2023) yang merupakan salah satu Tugas Akhir Program Studi Teknik Industri dengan judul “Optimasi Ukuran Lot pada Sistem Rantai Pasok Multi Eselon dengan *Reactive Lateral Transshipment*” yang memiliki tujuan untuk menentukan jumlah ukuran lot gabungan yang optimal antara pemasok dan pembeli serta meminimalkan total biaya gabungan pada sistem rantai pasok multi eselon. Permasalahan pada penelitian ini yaitu ada kekurangan koordinasi antara pemasok dan pembeli, ketidakpastian permintaan yang menyebabkan tingginya frekuensi pemesanan, dan kondisi *stockout* pada pembeli yang tidak diatasi secara efisien. Metode yang digunakan untuk mencari solusi dari permasalahan ini yaitu menggunakan pendekatan *Joint Economic Lot Size* (JELS) dan mekanisme *Reactive Lateral Transshipment*, serta penyelesaian optimasi dengan *Ms. Excel*. Hasil dari penelitian ini yaitu diperoleh penghematan biaya pada perusahaan sebesar 14,37%. Kesimpulan pada penelitian ini yaitu dengan menerapkan model JELS terkoordinasi dengan *transshipment* mampu meningkatkan efisiensi sistem persediaan dan dapat menjadi strategi pengambilan keputusan berbasis data yang efektif perusahaan dalam menghadapi ketidakpastian permintaan dan produksi tidak sempurna.

2.2 Research Gap

Berikut dibawah ini merupakan perbedaan antar kajian literatur terdahulu dengan penelitian yang dilakukan saat ini :

Tabel 2. 1 *Research Gap*

No.	Peneliti	Model	Pola Permintaan	Fuzzy Demand	Lateral Transshipment	Struktur Supply Chain
1	(Nasution et al., 2020)	JELS, VMI	Probabilistik	Tidak	Tidak	<i>Single Supplier-Multi Buyer</i>
2	(Heryanto et al., 2019)	JELS	Stokastik	Tidak	Tidak	<i>Single Manufacturer-Single Distributor</i>
3	(Aljazzar et al., 2019)	JELS	Deterministik	Tidak	Tidak	<i>Single Vendor – Single Buyer</i>
4	(Asih et al., 2023)	GA	Deterministik	Tidak	Tidak	<i>Single Warehouse – Multi Retailers</i>
5	(Jauhari et al., 2021)	JELS	Deterministik	Tidak	Tidak	<i>Single Vendor – Single Buyer</i>
6	(Marchi et al., 2020)	JELS	Deterministik	Tidak	Tidak	<i>Multi Supplier - Single Vendor</i>
7	(Purnomo et al., 2022b)	JTC	Stokastik	Ya	Tidak	<i>Single Vendor – Single Buyer</i>
8	(Rahmanto & Dahda, 2022)	<i>Integrated Inventory</i>	Stokastik	Tidak	Tidak	<i>Single Vendor – Single Buyer</i>
9	(Sebatjane & Adetunji, 2020)	JELS	Stokastik	Ya	Tidak	<i>Three-Echelon Supply Chain</i>
10	(Tarhini et al., 2020)	VMI	Deterministik	Tidak	Ya	<i>Single Vendor – Multi Buyer</i>
11	(Soares et al., 2021)	<i>Fuzzy Maturity</i>	Deterministik	Tidak	Tidak	<i>Single Manufacturer-Single Distributor</i>
12	(Purnomo, 2024)	JTC	Stokastik	Tidak	Ya	<i>Single Vendor – Multi Buyer</i>
13	(Sukendar et al., 2022)	SCOR, HOR, FANP	Deterministik	Ya	Tidak	<i>Single Manufacturer-Single Distributor</i>
14	(Purnomo, 2023)	GA, JTC	Stokastik	Tidak	Ya	<i>Single Vendor – Multi Buyer</i>
15	(Sri Utami et al., 2024)	GA	Deterministik	Tidak	Tidak	<i>Single Warehouse – Multi Retailers</i>
16	(Rinaldi, 2023)	JTC	Stotastik	Tidak	Ya	<i>Single Vendor – Multi Buyer</i>
Penelitian ini (2025)		JTC	Stokastik	Ya	Ya	<i>Single Vendor – Multi Buyer-Multi Product</i>

2.3 Landasan Teori

2.3.1 *Supply Chain*

Supply chain merupakan sistem yang melibatkan semua pihak yang terlibat seperti produsen, pemasok, pengangkut, gudang, pengecer, dan pelanggan itu sendiri baik secara langsung maupun tidak langsung dalam memenuhi permintaan pelanggan. *Supply chain* mencakup semua fungsi yang terlibat dalam menerima dan memenuhi permintaan pelanggan, termasuk pengembangan produk baru, pemasaran, operasi, distribusi, keuangan, dan layanan pelanggan (Kahraman, 2014). *Supply chain* bertujuan untuk meningkatkan nilai keseluruhan (*supply chain value*), yang dihitung dari selisih antara nilai produk akhir bagi pelanggan dan total biaya yang dikeluarkan oleh *supply chain* dan memastikan produk tersedia pada waktu dan tempat yang tepat untuk memenuhi permintaan konsumen tanpa menciptakan kelebihan atau kekurangan stok kemudian untuk meningkatkan layanan pelanggan termasuk memastikan kecepatan pemenuhan pesanan dan ketepatan waktu pengiriman (Hayati, 2014).

Menurut Christopher (2011) diketahui pada sebuah *supply chain* memiliki tiga aliran utama yang harus dikelola yang pertama yaitu aliran barang atau *material flow* yang melibatkan pergerakan fisik bahan mentah dari pemasok ke pabrik yang kemudian diolah untuk menjadi barang setengah jadi atau produk akhir yang selanjutnya didistribusikan kepada distributor hingga sampai kepada konsumen. Tujuan dari pengelolaan aliran barang yaitu untuk memastikan pengiriman produk dilakukan secara efisien, tepat waktu, dan sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Aliran kedua yakni aliran informasi atau *information flow* yang bersifat dua arah, dari hulu (*upstream*) ke hilir (*downstream*) maupun sebaliknya meliputi data mengenai ketersediaan stok, permintaan pelanggan, jadwal produksi, serta kebutuhan logistik yang merupakan informasi-informasi yang sangat penting untuk perencanaan dan pengambilan keputusan strategis. Aliran ketiga yaitu aliran keuangan atau *financial flow* yang mencakup proses pembayaran, pengolahan dana, dan arus kas pada rantai pasok yang termasuk dalam transfer pembayaran dari konsumen ke pengecer, pengecer ke produsen, dan pengelolaan biaya operasional.

2.3.2 *Supply Chain Management*

Supply Chain Management merupakan pengelolaan semua aktivitas yang terlibat dalam aliran produk, informasi, dan dana pada berbagai pihak yang terlibat dalam rantai pasok untuk memenuhi permintaan pelanggan. *Supply Chain Management* yang mencakup produsen, pemasok, distributor, pengecer, hingga pelanggan akhir memiliki tujuan untuk memaksimalkan nilai keseluruhan yang dihasilkan oleh rantai pasok yang disebut sebagai

supply chain surplus. Surplus tersebut dihitung dari perbedaan nilai produk akhir yang dirasakan oleh pelanggan dan total biaya yang dikeluarkan oleh seluruh rantai pasok dalam memenuhi permintaan tersebut.

Berdasarkan Chopra & Meindl (2016) dengan buku yang berjudul “*Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*” diketahui rantai pasok memiliki sifat yang dinamis yang melibatkan aliran produk, informasi, dan dana yang konstan antara tahap-tahap yang berbeda, Aliran pada rantai pasok tersebut memerlukan pengelolaan yang efektif yang ditujukan untuk peningkatan efisiensi operasional dan daya saing perusahaan. Kemudian fungsi dari *Supply Chain Management* itu sendiri yaitu untuk mengembangkan produk baru, pemasaran, operasi, distribusi, keuangan, dan layanan pelanggan. Menurut (Kahraman, 2014) definisi tersebut mencerminkan hubungan yang kolaboratif dan saling percaya antara pihak-pihak dalam rantai pasok, menggantikan pendekatan tradisional yang seringkali bersifat transaksional atau bahkan konfrontatif. Berikut merupakan lima bidang utama dalam *supply chain management* menurut Chopra & Meindl (2016) :

1. Produksi

Produksi berfokus pada perencanaan terkait apa yang harus diproduksi, kapan harus diproduksi, dan berapa jumlah yang perlu diproduksi. Bidang produksi melibatkan pengelolaan kapasitas pabrik, penjadwalan produksi, dan efisiensi proses produksi yang bertujuan untuk memastikan ketersediaan barang sesuai dengan permintaan pelanggan dengan tetap menjaga efisiensi biaya.

2. *Inventory*

Inventory memiliki hubungan dengan pengelolaan persediaan barang pada seluruh rantai pasok yang bermula dari bahan baku, barang setengah jadi, hingga produk jadi yang bertujuan untuk menentukan tingkat stok optimal pada setiap tahap yang dapat mencegah terjadinya kekurangan atau kelebihan stok. Dengan adanya manajemen inventaris yang baik dapat berdampak pada biaya penyimpanan yang dapat ditekan dengan memastikan ketersediaan barang sesuai dengan yang dibutuhkan.

3. Lokasi

Lokasi berkaitan dengan pemilihan lokasi strategis untuk pembangunan fasilitas seperti pabrik, gudang, dan pusat distribusi. Penentuan lokasi dilakukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti biaya transportasi, kedekatan dengan pasar, ketersediaan sumber daya, dan efisiensi distribusi. Dengan pemilihan dan

pembangunan fasilitas yang tepat dapat mendukung aliran barang dan layanan dengan lebih efisien dalam rantai pasok.

4. Transportasi

Transportasi mencakup pengelolaan pergerakan barang antar berbagai lokasi dalam rantai pasok. Keputusan dalam bidang transportasi yaitu dalam menentukan moda transportasi seperti truk, kereta api, pesawat, atau kapal laut dengan fokus pada efisiensi biaya dan kecepatan pengiriman yang bertujuan untuk memastikan barang sampai ke tujuan tepat waktu dalam kondisi yang baik dengan biaya yang rendah.

5. Informasi

Informasi merupakan elemen kunci dalam pengelolaan rantai pasok. Pada bidang ini mencakup data yang berada pada berbagai tahap seperti permintaan pelanggan, status penyediaan, jadwal produksi, dan status pengiriman. Dengan adanya pengelolaan informasi yang akurat dan *real-time* memungkinkan koordinasi yang lebih baik, mendukung pengambilan keputusan yang strategis dan memastikan efisiensi operasional pada rantai pasok.

2.3.3 Persediaan (*Inventory*)

Persediaan didefinisikan sebagai sejumlah barang atau material yang disimpan oleh perusahaan untuk dilakukan proses produksi, distribusi, atau penjualan yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan produksi atau permintaan pelanggan dengan efisiensi biaya yang optimal (Ristono, 2008). Menurut Aisyah & Sumasto (2020) persediaan merupakan salah satu aset penting dalam suatu perusahaan yang digunakan dalam operasi perusahaan. Persediaan biasanya mencapai 40% dari total investasi perusahaan yang membuat persediaan merupakan elemen penting untuk dikelola secara efisien. Berdasarkan Aisyah & Sumasto (2020) diketahui persediaan pada perusahaan biasanya terdiri dari empat tipe yaitu :

1. Persediaan bahan mentah (*raw material*) yang merupakan barang yang telah dibeli tetapi belum diproses.
2. Persediaan barang dalam proses (*work in process*) yang merupakan bahan mentah atau bahan baku yang telah mengalami sebagian proses produksi tetapi belum menjadi produk jadi atau produk akhir.
3. Persediaan MRO (*Maintenance, Repair, and Operating*) yang merupakan persediaan yang dikhususkan untuk perlengkapan pemeliharaan, perbaikan, dan operasi yang dibutuhkan karena akan adanya pemeliharaan dan perbaikan dari suatu peralatan yang

tidak diketahui. Maka persediaan ini digunakan untuk persediaan saat adanya jadwal pemeliharaan dan perbaikan.

4. Persediaan barang jadi (*finished good*) yang merupakan produk akhir yang siap dijual kepada konsumen.

Persediaan memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung kelancaran operasi dari sebuah perusahaan. Fungsi dari persediaan tidak hanya sebagai penyangga untuk mengatasi ketidakpastian permintaan tetapi dapat membantu perusahaan untuk mencapai efisiensi biaya dan meningkatkan fleksibilitas dalam menjalankan proses bisnis. Berikut merupakan fungsi dari persediaan menurut Aisyah & Sumasto (2020), yaitu :

1. Memisahkan berbagai tahap proses produk.
2. Mengatasi fluktuasi permintaan dan pasokan.
3. Mengantisipasi perubahan harga dan inflasi.
4. Memanfaatkan potongan harga dengan pembelian dalam jumlah besar.
5. Memberikan pelayanan kepada pelanggan dengan adanya barang yang diinginkan.

Berdasarkan fungsi dari persediaan yang telah dijabarkan, persediaan dapat dikelompokkan ke dalam beberapa jenis untuk mengantisipasi risiko, meningkatkan efisiensi, dan mendukung keberlanjutan operasional. Berikut merupakan empat jenis persediaan yang dikelompokkan berdasarkan fungsinya menurut Toomey (2000), yaitu:

1. *Anticipation Inventory*

Persediaan ini digunakan dalam melakukan antisipasi permintaan musiman, fluktuasi permintaan, peristiwa tertentu (promosi atau liburan).

2. *Safety Stock*

Persediaan ini berfungsi sebagai cadangan apabila adanya ketidakpastian seperti adanya gangguan rantai pasok, keterlambatan pengiriman, fluktuasi permintaan yang tidak terduga. Persediaan ini bertujuan untuk mencegah kekurangan stok yang dapat mengganggu operasi.

3. *Cycle Inventory*

Persediaan ini merupakan jumlah barang yang dipesan atau diproduksi dalam satu siklus yang berkaitan dengan kebijakan pemesanan dalam jumlah besar untuk mengurangi biaya per unit.

4. *Pipeline Inventory*

Persediaan ini meliputi barang-barang yang sedang dalam proses transportasi atau dalam perjalanan menuju lokasi selanjutnya pada rantai pasok.

Dalam mengelola persediaan, perusahaan mempertimbangan berbagai biaya terkait dengan persediaan dan mengelola biaya persediaan untuk mengurangi pengeluaran tanpa mengurangi kualitas layanan. Berikut merupakan jenis biaya persediaan berdasarkan Chopra & Meindl (2016), yaitu :

1. *Holding Costs*, yaitu biaya yang mencakup semua biaya terkait dengan penyimpanan barang pada gudang. Biaya tersebut meliputi biaya sewar uang penyimpanan, asuransi, keamanan, penyusutan barang, dan biaya modal pada barang yang disimpan.
2. *Ordering Cost*, yaitu biaya pemesanan untuk mengisi kembali persediaan. Biaya tersebut termasuk biaya administrasi, biaya komunikasi, dan biaya transportasi.
3. *Shortage Cost*, yaitu biaya yang terjadi ketika persediaan tidak mencukupi untuk memenuhi permintaan pelanggan.
4. *Purchase Cost*, yaitu biaya terkait pembelian barang atau bahan baku dari pemasok.

2.3.4 Manajemen Persediaan

Menurut Toomey (2000) manajemen persediaan (*inventory management*) merupakan cabang manajemen bisnis yang berfokus pada perencanaan dan pengendalian yang bertujuan untuk menjamin ketersediaan barang dalam jumlah, waktu, dan tempat yang sesuai dengan kebutuhan pelanggan dengan tetap meminimalkan biaya. Berdasarkan Chopra & Meindl (2016) dengan judul “*Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*” dalam memastikan efisiensi dan efektivitas saat mengelola persediaan, perusahaan kerap menerapkan prinsip dasar dari manajemen persediaan. Prinsip tersebut memiliki tujuan untuk menjaga keseimbangan antara tingkat ketersediaan barang dengan pengendalian biaya operasional. Berikut merupakan prinsip dasar dari manajemen persediaan:

1. Pengelolaan siklus persediaan yaitu dengan mengoptimalkan ukuran pesanan dan frekuensi pengisian ulang untuk mengurangi biaya operasional.
2. Pengelolaan persediaan pengaman yang menentukan tingkat minimum dari persediaan untuk mengantisipasi fluktuasi permintaan.
3. Pengelolaan persediaan multistage dengan mengintegrasikan strategi persediaan pada rantai pasok untuk meraih efisiensi yang maksimum.

4. Penggunaan teknologi informasi yaitu dengan memanfaatkan sistem untuk melacak persediaan secara *real-time* dan meningkatkan akurasi prediksi. Sistem yang dapat digunakan yaitu seperti ERP.

2.3.5 Metode Pengendalian Persediaan

Metode pengendalian persediaan merupakan rangkaian dari strategi untuk memastikan ketersediaan barang atau bahan secara optimal untuk memenuhi permintaan pelanggan dengan efisiensi biaya. Metode ini meliputi proses perencanaan, pemantauan, dan pengendalian stok. Pengendalian persediaan sendiri memiliki tujuan untuk mengatur jumlah dan waktu pemesanan ulang barang secara tepat dengan mempertimbangkan pola permintaan, waktu pengadaan, dan kapasitas penyimpanan (Chopra & Meindl, 2016). Berikut merupakan metode dari pengendalian persediaan menurut Chopra & Meindl (2016) :

1. Pengendalian Berdasarkan Titik Pemesanan Ulang (*Reorder Point Control*)
Sistem tersebut digunakan untuk mengelola persediaan barang yang memiliki pola permintaan yang stabil. Pemesanan ulang dilakukan jika tingkat stok barang mencapai titik pemesanan ulang yang telah ditentukan oleh perusahaan dalam kurung waktu pemesanan ulang (*lead time*).
2. Sistem Tinjauan Berkala (*Periodic Review System*)
Sistem ini dilakukan pemeriksaan stok pada kurun waktu tertentu dan jumlah yang dibutuhkan untuk memenuhi tingkat stok optimal dipesan.
3. Perencanaan Kebutuhan Materiap (*Material Requirements Planning, MRP*)
Sistem ini digunakan untuk barang dengan permintaan yang tergantung pada item lain. MRP melakukan integrasi jadwal produksi dengan kebutuhan bahan baku untuk memastikan semua komponen produk tersedia tepat waktu.
4. Perencanaan Kebutuhan Distribusi (*Distribution Requirements Planning, DRP*)
Sistem ini berfokus pada pengelolaan persediaan pada berbagai lokasi distribusi untuk memastikan ketersediaan barang dengan mengurangi risiko kekurangan atau kelebihan stok.
5. Metode *Just-In-Time* (JIT)
Sistem ini bertujuan untuk meminimalkan persediaan dengan memastikan barang atau bahan baku produksi sudah tersedia tepat sebelum digunakan. Metode ini dapat membantu mengurangi biaya penyimpanan dan membutuhkan koordinasi tinggi dengan pemasok barang atau bahan baku.

2.3.6 Periodic Review System

Menurut Chopra & Meindl (2016), *periodic review system* merupakan kebijakan di mana status persediaan ditinjau pada interval waktu yang telah ditentukan, kemudian setelah peninjauan, pemesanan produk dilakukan untuk mengisi kembali persediaan hingga mencapai tingkat tertentu yang disebut *order-up-to*. Kelebihan dari penggunaan *periodic system review* yaitu kemudahan untuk diimplementasikan terutama oleh *retailer* kecil dan tidak perlu melakukan inventori secara *real-time*.

2.3.7 Joint Total Cost

Joint Total Cost merupakan keseluruhan biaya yang terkait dengan berbagai aspek dalam sistem rantai pasok yang termasuk biaya seperti transportasi, penyimpanan, pengolahan pesanan, dan investasi dalam inventaris. Pada Christopher (2011) konsep *joint total cost* digunakan untuk menganalisis perubahan biaya yang terjadi akibat dari keputusan pada suatu sistem. Berikut merupakan tujuan dari penerapan konsep *joint total cost* menurut Christopher (2011) :

1. Mengurangi biaya keseluruhan dalam sistem logistik dan rantai pasok dengan mengidentifikasi dan mengeliminasi biaya yang tidak diperlukan.
2. Meningkatkan efisiensi distribusi dan penggunaan sumber daya.
3. Memaksimalkan nilai bagi pelanggan dengan menyeimbangkan antara biaya dengan kualitas layanan.

Untuk mencapai tujuan tersebut diperlukan pemahaman terkait fungsi dari konsep *joint total cost* dalam sistem rantai pasok yang dilakukan tidak hanya sebagai upaya mengurangi biaya secara keseluruhan, tetapi dapat memastikan setiap keputusan tidak menimbulkan dampak negatif pada aspek lainnya. Berikut merupakan fungsi utama dari *joint total cost*:

1. Mengidentifikasi biaya tambahan yang terjadi akibat perubahan dalam sistem rantai pasok.
2. Membantu dalam pengambilan keputusan yang berbasis biaya total.
3. Meningkatkan efisiensi operasional.

Minimasi *joint total cost* dalam penelitian yang diperlukan untuk meningkatkan efisiensi operasional dan keuntungan dalam sistem rantai pasok dengan mengurangi biaya pemesanan, penyimpanan, kekurangan stok, dan distribusi yang dapat mengoptimalkan aliran material dan informasi pada perusahaan. Minimasi *joint total cost* dipilih pada penelitian ini dikarenakan menurut Chopra & Meindl (2016) *separated cost* lebih menekankan efisiensi,

koordinasi, dan kolaborasi dalam rantai pasok sehingga mengurangi biaya keseluruhan, meningkatkan kinerja, dan memperkuat daya saingan. *Separated cost* dapat menyebabkan konflik kepentingan dan inefisiensi dikarenakan setiap entitas berfokus pada keuntungan sendiri, sedangkan dengan konsep *joint total cost* memastikan penghematan biaya yang lebih besar dan hubungan kerja sama yang lebih efektif. Berdasarkan Christopher (2011) memaparkan alasan mengapa *joint total cost* perlu diminimalkan :

1. Menghindari efek domino dari keputusan yang tidak terkoordinasi.
2. Mengoptimalkan arus kas dan investasi modal.
3. Meningkatkan daya saing perusahaan.

2.3.8 Model *Fuzzy Arithmetic*

Fuzzy Arithmetic merupakan metode matematika yang beroperasi pada angka *fuzzy* yang memiliki nilai tidak pasti atau ambigu yang dinyatakan dalam bentuk nilai keanggotaan yang menunjukkan sejauh mana suatu nilai termasuk dalam suatu set *fuzzy*. Fungsi tersebut biasa ditampilkan dalam bentuk segitiga atau trapezoidal untuk mempermudah operasi matematis (Kahraman, 2014).

Pada pengaplikasian *fuzzy arithmetic* dalam *supply chain* digunakan dalam menangani ketidakpastian penjadwalan produksi, estimasi permintaan, pengelolaan persediaan, dan seleksi dari pemasok. Dengan menggunakan model *fuzzy arithmetic*, memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih fleksibel dalam lingkungan yang penuh dengan variabilitas. Berikut merupakan beberapa penerapan *fuzzy arithmetic* pada *supply chain* menurut Kahraman (2014):

1. Peramalan Permintaan (*Demand Forecasting*)

Penerapan *fuzzy arithmetic* disini dapat menangani ketidakpastian dalam prediksi permintaan pelanggan dengan mengasumsikan nilai permintaan sebagai angka *fuzzy* yang menunjukkan rentang probabilitas daripada nilai deterministik tunggal dan fungsi dari keanggotaan *fuzzy* digunakan untuk memodelkan fluktuasi permintaan.

2. Penjadwalan Produksi (*Production Scheduling*)

Fuzzy arithmetic dapat membantu menentukan jadwal produk yang optimal apabila terjadi ketidakpastian dari waktu produksi maupun kapasitas pabrik dengan merepresentasikan waktu proses dan kapasitas produksi dengan angka *fuzzy*.

3. Pengelolaan Persediaan (*Inventory Management*)

Penerapan *fuzzy arithmetic* digunakan untuk menghitung tingkat stok yang optimal dengan mempertimbangkan ketidakpastian seperti dalam *lead time* atau pada permintaan, tingkat permintaan, dan kapasitas penyimpanan.

4. Seleksi dan Evaluasi Pemasok (*Supplier Selection and Evaluation*)

Fuzzy arithmetic dapat memodelkan ketidakpastian dalam kriteria penilaian pemasok dalam sudut pandang kualitas, biaya, dan waktu pengiriman. Dengan menerapkan *fuzzy arithmetic* dapat memungkinkan pengambilan keputusan pilihan pemasok yang lebih akurat dengan pertimbangan kriteria tersebut.

5. Optimasi Jaringan Distribusi (*Distribution Network Optimization*)

Fuzzy arithmetic dapat memodelkan ketidakpastian dalam biaya transportasi, waktu pengiriman, atau permintaan pelanggan yang dapat membantu penentuan rute distribusi yang optimal dan alokasi sumber daya yang efisien.

6. Penentuan Harga dan Diskon (*Pricing and Discount Decisions*)

Fuzzy arithmetic dapat memodelkan ketidakpastian dalam respon pasar terhadap perubahan harga atau kebijakan diskon dengan tujuan untuk memaksimalkan keuntungan.

2.3.9 Model Transshipment

Berdasarkan buku “*Operations Research: An Introduction*” oleh Taha (2017), *Transshipment* adalah proses pemindahan barang dari satu moda transportasi ke transportasi lain ataupun pemindahan satu lokasi transit menuju lokasi transit lainnya sebelum sampai ke lokasi tujuan akhir untuk meminimalkan biaya dan waktu pengiriman. Salah satu implementasi dari konsep *transshipment* yaitu *reactive lateral transshipment* yang merupakan proses pemindahan barang antar lokasi penyimpanan yang berdasarkan oleh kebutuhan langsung yang muncul karena permintaan pelanggan yang tidak dapat dipenuhi pada suatu lokasi. Tujuan dari *reactive lateral transshipment* yaitu untuk menghindari kekurangan stok pada suatu lokasi dengan memanfaatkan stok pada lokasi lain dan untuk meminimalkan hilangnya peluang penjualan karena tidak tersedianya barang pada tempat tersebut. Pada penelitian ini, konsep *reactive lateral transshipment* digunakan dimana konsumen UMKM batik antar konsumen dapat saling membeli dan menjual produk batik tersebut dalam skala kecil. Konsumen tersebut merupakan *multi buyer* yang terdiri dari 5 pembeli yang berbeda dengan produk yang berbeda-beda.

2.3.10 Optimasi Algoritma *Evolutionary*

Algoritma *evolutionary* menurut buku “*Operations Research: An Introduction*” oleh Taha (2017) merupakan pendekatan dengan dasar metaheuristic yaitu metode pencarian solusi secara umum untuk menyelesaikan masalah optimasi yang kompleks dan meniru proses evolusi alam di mana solusi terbaik yang bertahan dan menghasilkan generasi berikutnya yang lebih baik. Pendekatan ini cocok untuk permasalahan pada ruang solusi yang besar, non-linear, atau multi-modal. Berikut merupakan tahapan bagaimana algoritma *evolutionary* bekerja dengan setiap tahapannya dirancang untuk melakukan proses pencarian solusi optimal secara bertahap dengan meniru mekanisme evolusi biologis :

1. Inisialisasi, yaitu pembuatan populasi awal secara acak atau berdasarkan heuristic.
2. Evaluasi, yaitu pengukuran terhadap kualitas setiap solusi berdasarkan fungsi tujuan.
3. Seleksi, yaitu pemilihan solusi terbaik untuk menghasilkan generasi berikutnya.
4. Mutasi dan Rekombinasi, yaitu pengenalan variasi dalam populasi untuk mengeksplorasi solusi baru.
5. Iterasi, yang merupakan pengulangan proses hingga dicapainya kriteria penghentian.

Berdasarkan “*Operations Research: An Introduction*” oleh Taha (2017), algoritma *evolutionary* memiliki karakteristik seperti dengan meniru mekanisme evolusi biologis dapat menangani permasalahan yang kompleks, dinamis, dan penuh ketidakpastian. Berikut merupakan karakteristik dan keunggulan dari algoritma *evolutionary* :

1. Pendekatan Populasi

Algoritma *evolutionary* bekerja dengan populasi solusi yang memungkinkan eksplorasi ruang solusi yang lebih luas dan menghasilkan solusi yang global bahkan untuk masalah kompleks.

2. Kemampuan Menangani Ketidakpastian

Algoritma *evolutionary* merupakan algoritma yang sangat fleksibel dan dapat menangani ketidakpastian atau kompleksitas pada fungsi tujuan atau ruang solusi.

3. Tidak Terperangkap pada Solusi Lokal

Dimana mekanisme mutasi dan rekombinasi membuat algoritma *evolutionary* memiliki kemampuan untuk memecahkan masalah non-linear dan multi-modal.

4. Berbasis Stokastik

Pada operasi algoritma *evolutionary* yaitu seleksi, mutasi, dan rekombinasi dilakukan secara acak dibawah kendali dan pendekatan stokastik ini dapat meningkatkan kemungkinan penemuan solusi yang optimal dibandingkan pendekatan deterministik.

5. Kemampuan untuk Optimasi Multi-Objektif

Algoritma *evolutionary* dapat memecahkan permasalahan dengan banyak tujuan (*multi objective optimization*) yang sukar dipecahkan dengan metode tradisional.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek dan Subjek Penelitian

Objek penelitian ini yaitu persediaan 5 produk batik pada pemasok UMKM Batik X dan permintaan dari pembeli atas kelima produk batik pada pemasok UMKM Batik X dan persediaan 5 produk batik pada kelima pembeli dan permintaan dari kostumer menuju setiap pembeli untuk memenuhi permintaan pelanggan yang memiliki sifat yang tidak pasti. Subjek pada penelitian ini yaitu UMKM Batik X yang berlokasi di DI Yogyakarta yang pada rantai pasok ini berperan sebagai pemasok atau pembeli tunggal dari produk batik yang memproduksi beberapa produk dan melakukan distribusi kepada beberapa *buyer* yaitu sebanyak 5 *buyer* yang dapat berperan sebagai *reseller* kepada *buyer* lainnya. Fokus pada penelitian ini yaitu minimasi dari *joint total cost* dari rantai pasok baik dari pemasok dan dari *buyer* dengan dan mempertimbangkan pengurangan biaya dengan adanya *reactive lateral transshipment* antar *buyer* secara efisien.

3.2 Jenis Data Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan data sekunder dan kajian pustaka. Data sekunder merupakan data yang didapatkan dari UMKM Batik X terkait data pemasok dan data pembeli. Lalu kajian pustaka pada penelitian ini diperoleh dari jurnal terdahulu, buku, literatur terdahulu, laporan, artikel yang relevan dengan permasalahan pada penelitian ini. Berikut merupakan data sekunder yang diperlukan pada penelitian yang dikategorikan mejadi data pemasok dan data pembeli, dan dibawah ini merupakan data yang dimiliki oleh pemasok UMKM Batik X :

1. Data pemesanan dari pembeli
2. Data pemesanan pada setiap produk
3. Biaya persiapan (*setup*)
4. Biaya penyimpanan (*holding*)
5. Biaya produksi
6. Biaya *lost sales*

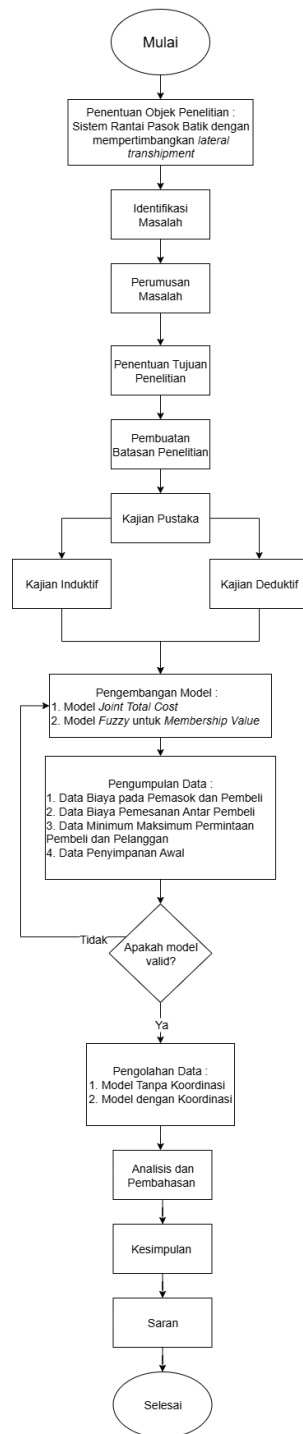
Berikut dibawah ini merupakan data yang diperlukan pada penelitian yang termasuk ke dalam data pembeli yang berjumlah 5 pembeli :

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 Alur Penelitian

Berikut merupakan alur dari penelitian yang dilakukan yaitu sebagai berikut :



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Berikut merupakan penjelasan dari *flowchart* alur penelitian diatas :

1. Mulai

Tahapan paling awal dalam penelitian yang menjadi awalan dari seluruh tahapan yang dilakukan pada penelitian.

2. Penentuan Objek Penelitian

Pada tahapan ini dilakukan penentuan objek yang akan dilakukan penelitian. Objek penelitian pada penelitian ini yaitu sistem rantai pasok batik dengan mempertimbangkan *lateral transshipment*.

3. Identifikasi Masalah

Pada tahapan ini dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan yang terjadi di perusahaan yang dapat dijadikan topik dalam penelitian ini. Pada penelitian dengan subjek UMKM Batik X diketahui adanya permasalahan dalam mengelola *joint total cost* dengan skenario proses jual beli dengan adanya beberapa pembeli dengan beberapa produk yang ditawarkan. Permasalahan ini menjadi lebih kompleks dengan adanya kebutuhan untuk mengurangi biaya secara efisien melalui *reactive lateral transshipment* antar pembeli, yang memungkinkan pemindahan stok di antara pembeli untuk mengatasi kekurangan stok dan mengurangi biaya distribusi. Oleh karena itu UMKM Batik X perlu merancang strategi manajemen persediaan yang mampu memaksimalkan probabilitas nilai keanggotaan permintaan dalam kondisi permintaan yang tidak pasti.

4. Perumusan Masalah

Tahapan ini peneliti menentukan rumusan masalah dari penelitian yang dilakukan untuk memberikan arahan dan fokus bagi proses penelitian yang dilakukan.

5. Penentuan Tujuan Penelitian

Pada tahap ini peneliti menentukan tujuan pada penelitian dilakukan untuk memastikan bahwa penelitian yang dilakukan terstruktur dan memiliki fokus untuk mencapai hasil yang diinginkan.

6. Pembuatan Batasan Penelitian

Peneliti membuat batasan pada penelitian yang dilakukan untuk membatasi cakupan penelitian dan memastikan fokus dari penelitian selaras dengan tujuan penelitian.

7. Kajian Pustaka

Tahapan ini terdiri dari kajian literatur dan landasan teori dengan kajian literatur yang berisikan penelitian terdahulu dengan topik yang relevan dengan penelitian yang dilakukan dan membandingkan penelitian terdahulu dengan penelitian yang sedang dilakukan pada *research gap*. Kemudian pada landasan teori berisikan kajian teori yang membahas terkait *supply chain*, *supply chain management*, persediaan, manajemen persediaan, metode pengendalian persediaan, model *fuzzy arithmetic*, model *transshipment*, dan algoritma *evolutionary*.

8. Pengembangan Model

Pada tahapan ini, peneliti akan membangun sebuah model matematis yang menjadi fokus pada penelitian ini yaitu model pada *joint total cost* dan model pada *fuzzy* yang digunakan untuk menghitung *membership value*. Langkah pertama yaitu menjelaskan terkait karakteristik sistem yang diteliti, lalu mengembangkan model matematis dengan mempertimbangkan variabel yang akan digunakan. Selanjutnya model yang telah dibuat dilakukan validasi terkait model yang dibangun telah merepresentasikan model dalam kondisi nyata atau tidak dan dimensi satuan dari model tersebut merupakan dimensi yang sama atau tidak. Kemudian jika model valid maka model dapat dilanjutkan ke tahap pengumpulan data yang dibutuhkan oleh model dengan analisis numerik, tetapi jika model tidak valid maka model perlu dikembangkan kembali.

9. Pengumpulan Data

Pada tahapan pengumpulan data, peneliti mengumpulkan data yang mendukung model yang telah dibuat yang nantinya akan diolah pada tahap pengolahan data. Data yang diperlukan pada penelitian yaitu data sekunder yang berasal dari UMKM Batik X yang diperoleh melalui orang ketiga dalam penelitian yaitu data

10. Validasi Model

Pada tahapan validasi model ditujukan untuk memastikan formulasi model matematis yang dikembangkan benar secara logika dan konsisten secara dimensi satuan, sebelum model digunakan untuk proses optimasi dan pengambilan keputusan. Validasi model yang digunakan merupakan pemeriksaan dimensi satuan dengan memeriksa kesesuaian satuan untuk setiap komponen model.

11. Pengolahan Data

Pada tahapan pengolahan data dilakukan perhitungan numerik berdasarkan data yang telah diperoleh pada model yang telah dikembangkan. Tahapan pengolahan data pada penelitian ini dilakukan dengan dua bentuk model yaitu model tanpa koordinasi dan model dengan koordinasi.

- 1) Model tanpa koordinasi merupakan model yang dibuat dengan setiap pihak (dalam penelitian ini yaitu pihak pembeli dan pemasok) melakukan optimasi secara masing-masing dengan menggunakan *solver evolutionary* dengan beberapa tahapan yaitu dengan membuat tabel perhitungan dan melengkapi permintaan pelanggan dengan pola permintaan pelanggan yang normal dan *uniform*, kemudian melakukan optimasi dengan *solver evolutionary* untuk mengetahui permintaan pelanggan yang optimal berdasarkan pola permintaan dan mengetahui

nilai *order-up-to* dan periode pemesanan. Lalu dilakukan perhitungan biaya-biaya terkait untuk mendapatkan nilai total biaya pembeli dan pemasok dan kemudian melakukan optimasi total biaya pada setiap pihak dengan tujuan meminimasi total biaya dengan menggunakan *solver evolutionary*.

- 2) Model dengan koordinasi yaitu model yang dibuat dengan melakukan optimasi secara bersamaan pada kedua pihak (dalam penelitian ini yaitu pihak pembeli dan pemasok), dengan menggunakan data yang telah dibuat pada model tanpa koordinasi, kemudian dilakukan perhitungan biaya-biaya terkait untuk mendapatkan nilai total biaya pemasok dan pembeli yang kemudian dijadikan satu menjadi total biaya gabungan dan kemudian dilakukan optimasi menggunakan *solver evolutionary* dengan batasan-batasan yang telah ditentukan untuk menemukan total biaya gabungan yang optimal.

12. Analisis dan Pembahasan

Tahapan analisis dan pembahasan merupakan tahapan yang menjelaskan terkait hasil perhitungan yang telah dilakukan pada pengolahan data. Analisis dilakukan dengan membandingkan nilai variabel keputusan yaitu nilai pemesanan *up-to R*, nilai periode, dan nilai *production quantity* pemasok pada kedua model, dan pembahasan mengenai penghematan biaya yang didapat dengan melakukan perhitungan pada kedua model tersebut.

13. Kesimpulan

Pada tahapan ini peneliti menarik kesimpulan berdasarkan hasil penelitian yang menjawab dari rumusan masalah pada penelitian.

14. Saran

Tahapan ini peneliti memberikan saran dan rekomendasi baik bagi subjek terkait, dan bagi penelitian selanjutnya.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan data yang diperlukan dalam melakukan penelitian. Pada penelitian ini, pengumpulan data terdiri dari deskripsi sistem, deskripsi produk, dan data biaya. Berikut merupakan uraian dari pengumpulan data yang dilakukan:

4.1.1 Deskripsi Sistem

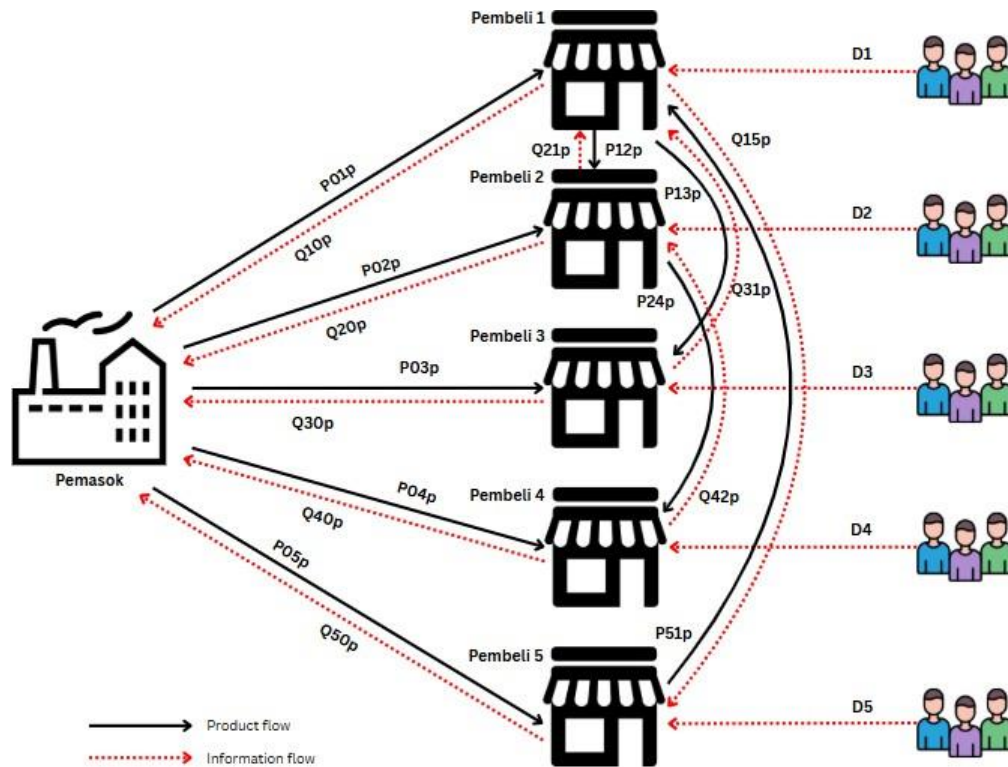
Pada penelitian yang dilakukan memiliki pertimbangan pada sistem rantai pasok yang terdiri dari multi-eselon dengan eselon pertama merupakan pemasok atau *vendor*, lalu eselon kedua merupakan pembeli atau *buyer*. Pada penelitian ini terdiri dari pemasok tunggal atau *single vendor* dan juga multi pembeli atau *multi buyer* dengan adanya pertimbangan sistem *lateral transshipment* antar pembeli. Sistem *lateral transshipment* merupakan sistem dimana pembeli dapat melakukan transaksi jual-beli produk dengan sesama pembeli untuk memenuhi permintaan konsumen.

Rantai pasok pada penelitian ini diawali dengan pembeli dari vendor yang berjumlah 5 pembeli yang pada penelitian ini disebut sebagai *Buyer 1*, *Buyer 2*, *Buyer 3*, *Buyer 4*, dan *Buyer 5*. Proses rantai pasok dimulai pembeli-pembeli yang menerapkan sistem P yaitu *Periodic Review* dengan melakukan pemesanan produk kepada pemasok dengan sampai mencapai R unit untuk mengisi persediaan hingga titik R yang telah ditetapkan dengan biaya pemesanan sebesar A per 4 produk. Kemudian barang yang sudah diterima oleh pembeli akan disimpan pada gudang dengan adanya biaya penyimpanan sebesar H.

UMKM Batik X yang merupakan pemasok pada rantai pasok ini menjual 5 macam produk ke pembeli yang kemudian produk tersebut dijual kembali oleh pembeli langsung kepada konsumen akhir. Berdasarkan sistem *lateral transshipment* yang telah dijelaskan diatas dapat membuat terjadinya skenario adanya proses jual-beli antar pembeli sehingga terjadi pertukaran informasi jumlah permintaan antar pembeli.

Pada penelitian ini permintaan pelanggan bersifat stokastik dengan distribusi normal dengan rata rata D dengan standar deviasi σ atau berdistribusi *uniform*. Permintaan antar pembeli berdistribusi uniform dengan *leadtime* konstan. Permintaan dengan sifat stokastik memungkinkan terjadinya kekurangan persediaan yang berupa *lost sales* yang kemudian biayanya ditanggung oleh pembeli sebesar π . Dengan adanya risiko tersebut maka penelitian

ini melakukan maksimasi *membership value* pada permintaan konsumen untuk mengurangi *lost sales* yang terjadi. Visualisasi diagram sistem rantai pasok multi eselon pada UMKM Batik X Yogyakarta pada Gambar 4.1:



Gambar 4. 1 Diagram Sistem Rantai Pasok UMKM Batik X Yogyakarta

Pada Gambar 4.1 diatas menunjukkan diagram sistem rantai pasok multi eselon pada UMKM Batik X Yogyakarta yang terdiri dari satu pemasok dan lima pembeli utama. Pemasok berperan sebagai produsen utama yang mengirimkan produk langsung kepada masing-masing pembeli melalui aliran produk yang ditunjukkan dengan panah berwarna hitam solid, yaitu Q01p hingga Q05p. Setiap pembeli (Pembeli 1 sampai Pembeli 5) melayani pelanggan akhir yang ditunjukkan dengan D1 hingga D5. Selain aliran vertikal dari pemasok ke pembeli, sistem ini juga menerapkan skema *lateral transshipment* yang merupakan pengiriman antar pembeli yang bertujuan untuk mengatasi kekurangan stok secara fleksibel seperti pada aliran produk Q12p, P12p, dan lainnya. Selain itu, terdapat aliran informasi (panah merah putus-putus) antara pembeli dan pelanggan yang berfungsi menyampaikan permintaan. Diagram ini mencerminkan struktur rantai pasok terintegrasi yang melibatkan interaksi dua arah antara pemasok dan pembeli, serta antar pembeli.

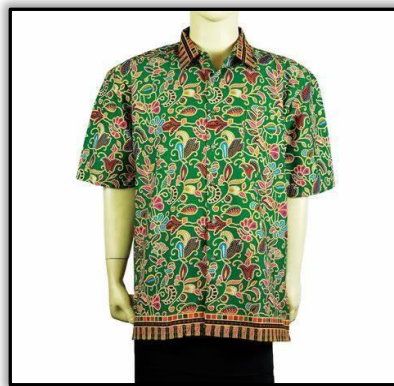
Dalam sistem rantai pasok tersebut terdapat dua model yaitu model tanpa koordinasi yaitu kondisi setiap eselon pada rantai pasok mengambil keputusan sendiri-sendiri tanpa adanya integrasi dengan eselon lainnya dengan tujuan untuk memaksimalkan keuntungan tanpa memperhatikan dampak pada eselon lainnya. Kemudian terdapat model dengan koordinasi yaitu kondisi setiap eselon pada rantai pasok berusaha untuk bekerja sama secara efisien dan berkoordinasi untuk mencapai tujuan bersama.

4.1.2 Deskripsi Produk

Berikut merupakan penjelasan dan visualisasi dari produk batik yang diproduksi pada UMKM Batik X di DI Yogyakarta:

1. Kemeja Batik Standar Lengan Pendek

Produk batik 1 yaitu kemeja batik yang merupakan kemeja untuk pria menggunakan model yang klasik dan motif tradisional dengan lengan pendek. Kemeja ini serbaguna yang cocok digunakan untuk acara formal maupun kasual. Gambar 3.1 memaparkan terkait produk batik 1.



Gambar 3. 2 Produk Batik 1

2. Gaun Batik Tradisional

Produk batik 2 merupakan gaun batik elegan yang sering digunakan untuk menghadiri acara formal atau upacara adat. Gaun batik ini memiliki motif batik yang rumit dan dapat dipadupadankan dengan kebaya atau aksesoris tradisional lainnya. Gambar 3.2 menggambarkan terkait produk batik 2.



Gambar 3. 3 Produk Batik 2

3. Kemeja Batik Motif Lengan Panjang

Produk batik 3 yaitu kemeja formal lengan panjang dengan motif batik cetak yang memadukan motif tradisional dengan desain modern yang cocok digunakan untuk menghadiri acara bisnis atau pertemuan formal. Gambar 3.3 merupakan produk batik 3.



Gambar 3. 4 Produk Batik 3

4. Blus Batik Modern

Produk batik 4 merupakan blus batik dengan sentuhan kontemporer pada batik tradisional yang kemudian dirancang kembali dengan mengikuti selera mode modern. Blus ini memiliki potongan baju terbaru dan dapat memadukan desain asimetris atau gaya yang modern. Produk batik 4 digambarkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 5 Produk Batik 4

5. Polo Batik Modern

Produk batik 5 merupakan kemeja polo yang kasual dengan motif batik yang cocok untuk dipakai sehari-hari. Polo batik modern ini memadukan kenyamanan dari polo dengan kekayaan desain dari budaya batik. Produk batik 5 tertera pada Gambar 3.5.



Gambar 3. 6 Produk Batik 5

4.1.3 Data Penelitian

Data yang diperlukan merupakan data sekunder yang berasal dari UMKM Batik X terkait jenis biaya, jumlah biaya pemesanan, dan lainnya. Tabel 4.1 merupakan data mengenai biaya pemasok dan pembeli :

Tabel 4. 1 Data Biaya Pemasok dan Pembeli

Jenis Biaya	Jenis Produk Batik					Satuan
	Batik 1	Batik 2	Batik 3	Batik 4	Batik 5	
<i>Vendor</i>						
Biaya <i>setup</i> (S)	5700	5700	5700	5700	5700	Rp/ <i>setup</i>
Biaya penyimpanan (hv)	3500	3500	3500	3500	3500	Rp/unit/month
Biaya <i>lost sales</i> (π_v)	5500	6500	4000	7000	4000	Rp/unit

Buyer 1						
Biaya pesan (A)	13000	13000	13000	13000	13000	Rp/4pcs
Biaya penyimpanan (hb)	2000	2000	2000	2000	2000	Rp/unit/month
Biaya <i>lost sales</i> (πb)	20000	25000	20000	20000	25000	Rp/unit
Buyer 2						
Biaya pesan (A)	8000	8000	8000	8000	8000	Rp/4pcs
Biaya penyimpanan (hb)	2000	2000	2000	2000	2000	Rp/unit/month
Biaya <i>lost sales</i> (πb)	250000	250000	250000	250000	250000	Rp/unit
Buyer 3						
Biaya pesan (A)	10000	10000	10000	10000	10000	Rp/4pcs
Biaya penyimpanan (hb)	2000	2000	2000	2000	2000	Rp/unit/month
Biaya <i>lost sales</i> (πb)	25000	30000	25000	30000	25000	Rp/unit
Buyer 4						
Biaya pesan (A)	8000	8000	8000	8000	8000	Rp/4pcs
Biaya penyimpanan (hb)	2000	2000	2000	2000	2000	Rp/unit/month
Biaya <i>lost sales</i> (πb)	35000	25000	25000	25000	25000	Rp/unit
Buyer 5						
Biaya pesan (A)	13000	13000	13000	13000	13000	Rp/4pcs
Biaya penyimpanan (hb)	2000	2000	2000	2000	2000	Rp/unit/month
Biaya <i>lost sales</i> (πb)	25000	25000	25000	35000	30000	Rp/unit

Selanjutnya pada penelitian ini memiliki proses *transshipment* yang merupakan pemesanan antar *buyer*. Data biaya pemesanan antar pembeli seperti yang ditunjukkan Tabel 4.2 :

Tabel 4. 2 Data Biaya Pemesanan Antar Pembeli

Hubungan	Jumlah Biaya Pemesanan (A)	Satuan
Buyer 1 ke Buyer 5	13000	Rp/4 unit
Buyer 2 ke Buyer 1	8000	Rp/4 unit
Buyer 3 ke Buyer 1	8000	Rp/4 unit
Buyer 3 ke Buyer 5	8000	Rp/4 unit
Buyer 4 ke Buyer 2	8000	Rp/4 unit

4.3 Komponen Model

4.3.1 Notasi Model

Berikut dibawah ini merupakan notasi model yang digunakan pada penelitian :

Indeks

- v : pemasok (*vendor*)
 b : indeks pembeli (*buyer*), $b = 1, 2, 3, 4, 5$
 p : indeks produk, $p = 1, 2, 3, 4, 5$
 t : periode, $t = 1, 2, \dots, t$

Parameter

R	: jumlah produk menuju nilai R	(unit)
d	: permintaan	(unit)
σ	: standar deviasi permintaan pembeli	(unit/bulan)
μ_d	: nilai keanggotaan permintaan pembeli	
P	: periode	(bulan)
A_{bv}	: biaya pemesanan pembeli ke pemasok	(Rp/4pcs)
Q	: banyaknya pemesanan yang dilakukan	(unit)
A_{bb}	: biaya pemesanan antar pembeli	(Rp/4pcs)
K_p	: keputusan pemesanan	
h_v	: biaya penyimpanan pemasok	(unit/bulan)
h_b	: biaya penyimpanan pembeli	(unit/bulan)
I	: persediaan yang dimiliki	(unit)
l_v	: biaya keuntungan yang hilang (<i>lost sales</i>) pemasok	(unit)
l_b	: biaya keuntungan yang hilang (<i>lost sales</i>) pembeli	(unit)
LS	: <i>lost sales</i> yang terjadi	(unit)
f	: frekuensi	
S	: biaya <i>setup</i> yang harus dikeluarkan untuk setiap produksi	(Rp)
TC_b	: total biaya pembeli	(Rp)
TC_v	: total biaya <i>vendor</i>	(Rp)
JTC	: total biaya persediaan gabungan	(Rp)

4.3.2 Variabel Keputusan dan Kriteria Performasi

Variabel Keputusan

Berikut dibawah ini merupakan variabel keputusan yang digunakan pada penelitian :

R^*	: nilai pemesanan produk sampai mencapai R	(unit)
P^*	: periode	(bulan)
PQ	: kuantitas produk yang dibuat oleh pemasok	(unit)
Dv^*	: prediksi permintaan pembeli ke pemasok	(unit)

Dbb* : prediksi permintaan antar pembeli (unit)

Kriteria Performansi

Berikut dibawah ini merupakan kriteria performansi yang digunakan pada penelitian :

JTC : total biaya gabungan pembeli dan pemasok (Rp)

μ_d : nilai keanggotaan permintaan pembeli

4.3.3 Asumsi dan Batasan Model

Berikut merupakan asumsi yang digunakan pada penelitian ini:

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 independent terhadap jumlah pemesanan, sehingga biaya transportasi dapat diabaikan.
3. *Leadtime* adalah konstan yaitu 3 hari (0 bulan)
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 yang ada pada penelitian ini adalah konstan dan tidak dipengaruhi oleh inflasi dan lainnya.

4.4 Pengembangan Formulasi Model Matematika

4.4.1 Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan yang ingin diraih dari model yang dikembangkan yaitu meminimasi total biaya gabungan antara pemasok dan pembeli sekaligus memaksimalkan nilai keanggotaan dari permintaan dari pembeli. Total biaya yang dimaksud meliputi biaya penyimpanan pemasok, biaya *setup* produksi, biaya *lost sales* pemasok, biaya penyimpanan pembeli, biaya pemesanan ke pemasok, biaya *lost sales* pembeli serta biaya pemesanan antar pembeli. Variabel keputusan dari model ini yaitu jumlah produk pemesanan yang ditentukan, periode pemesanan, jumlah permintaan pembeli ke pemasok, jumlah permintaan antar pembeli. Berdasarkan variabel keputusan tersebut maka diperoleh fungsi tujuan dari model ini sebagai berikut:

$$\text{Minimasi } JTC = TC_b * (2 - (\text{mean}(\bar{\mu d})) + TC_v$$

$$JTC = (HC_b + SC_b + OC_{bv} + OC_{bb}) * (2 - \text{mean}(\text{mean membership value})) + HC_v \\ + SC_v + SC$$

Terkait komponen biaya yang terlibat pada fungsi tujuan diatas akan dijabarkan secara rinci pada sub bab berikut :

4.4.2 Total Biaya Pembeli (TC_b)

1. Biaya Penyimpanan Pembeli (*Holding Cost*)

Biaya penyimpanan pembeli merupakan biaya yang dibayarkan oleh pembeli dalam menangani stok produk seperti dalam menyimpan stok produk yang belum terjual. Nilai biaya penyimpanan didapatkan dari pengalihan dari total jumlah stok produk yang disimpan pada periode tertentu dengan biaya simpan pembeli per unit. Berikut merupakan visualisasi rumus dalam menentukan biaya penyimpanan pembeli:

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

Dimana,

I_{btp} : Persediaan yang dimiliki oleh pembeli b , pada periode t , dan produk p

h_b : Biaya penyimpanan per unit pembeli b pada produk p .

2. Biaya *Lost Sales* Pembeli

Biaya kekurangan atau *shortage cost* memiliki dua komponen utama, yaitu biaya ekspektasi untuk *backorder* dan biaya kehilangan penjualan atau *lost sales*. Pada penelitian ini, kekurangan stok diasumsikan sebahagi *lost sales* karena diasumsikan tidak adanya mekanisme *backorder* atau pemesanan ulang secara medadak oleh pembeli menuju pemasok. *Lost sales* terjadi ketika pembeli tidak sanggup memenuhi permintaan pelanggan karena nilai permintaan pelanggan lebih besar daripada stok yang dimiliki tersedia di gudang. Berikut merupakan visualisasi rumus dalam menentukan biaya *lost sales* pembeli:

$$SC_b = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p LS_{btp} \times l_b$$

Dimana,

LS_{btp} : *Lost Sales* yang terjadi pada pembeli b , pada periode p , dan produk p

l_b : Biaya *lost sales* per unit yang ditanggung oleh pembeli p , dan produk p

3. Biaya Pemesanan ke Pemasok (*Ordering Cost*)

Biaya pemesanan yaitu besarnya biaya yang harus dikeluarkan oleh pembeli b ketika melakukan pemesanan kepada pemasok. Berikut merupakan visualisasi rumus dalam menentukan biaya pemesanan ke pemasok:

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

Dimana,

Q_{btp} : Banyaknya pemesanan yang dilakukan oleh pembeli b , pada periode t , produk p kepada pemasok.

A_{bv} : Biaya pemesanan pembeli b kepada pemasok.

4. Biaya Pemesanan antar Pembeli

Biaya pemesanan antar pembeli yaitu besarnya biaya yang harus dikeluarkan oleh pembeli b ketika melakukan pemesanan kepada pembeli lain. Berdasarkan data distribusi *uniform* yang dimiliki, didapatkan data permintaan antar pembeli dengan melakukan *generate random* menggunakan *Microsoft Excel*. Berikut merupakan visualisasi rumus dalam menentukan biaya pemesanan antar pembeli:

$$OC_{bb} = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p Q_{btp} \times Kp \times 4 \times A_{bb}$$

$$Kp = \begin{cases} 1, & \text{jika benar terjadi pemesanan} \\ 0, & \text{jika terjadi yang lainnya} \end{cases}$$

Dimana,

Q_{btp} : Banyaknya pemesanan yang dilakukan oleh pembeli b , pada periode t , produk p kepada pemasok.

A_{bb} : Biaya pemesanan antar pembeli

Kp : Keputusan pemesanan

4.4.3 Total Biaya Pemasok (TC_v)

1. Biaya Penyimpanan Pemasok (*Inventory Cost*)

Biaya penyimpanan pemasok merupakan biaya yang dibayarkan oleh pemasok dalam menyimpan stok produk. Nilai biaya penyimpanan didapatkan dari pengalihan dari total jumlah stok produk yang disimpan pada periode tertentu dengan biaya simpan pemasok per unit. Berikut merupakan visualisasi rumus dalam menentukan biaya penyimpanan pemasok:

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

Dimana,

I_{vtp} : Persediaan yang dimiliki oleh *vendor* pada periode t dan produk p

h_v : Biaya simpan pemasok pada produk p

2. Biaya *Lost Sales* Pemasok

Biaya *lost sales* pemasok merupakan biaya yang harus ditanggung oleh pemasok ketika pemasok tidak dapat memenuhi permintaan dari pembeli. Berikut merupakan visualisasi rumus dalam menentukan biaya *lost sales* pemasok:

$$SC_v = \sum_{p=1}^p \sum_{t=1}^t LS_{vtp} \times l_v$$

Dimana,

LS_{vtp} : *Lost Sales* yang terjadi pada *vendor* pada periode t dan produk p

l_v : Biaya *lost sales* yang ditanggung oleh *vendor* per unit

3. Biaya *Setup*

Biaya *setup* yaitu biaya yang didapatkan dari pengalihan jumlah produksi dalam satu kali *setup* dengan biaya *setup* yang harus dikeluarkan untuk setiap kali produksi. Berikut merupakan visualisasi rumus total biaya *setup* yang harus dikeluarkan oleh *vendor*:

$$SC = \sum_{t=1}^T (S \times f)_t$$

Dimana,

f : frekuensi *setup* dalam satu periode

S : Biaya *setup* yang harus dikeluarkan untuk setiap kali produksi.

t : Periode

4.4.4 Nilai Keanggotaan Permintaan Pembeli (μ_d)

Nilai keanggotaan merupakan angka antara 0 hingga 1 yang menunjukkan seberapa kemungkinan jumlah permintaan itu terjadi, dengan nilai mendekati 1 menandakan jumlah permintaan itu sangat mungkin terjadi dan pada kasus penelitian ini angka 1 menandakan jumlah permintaan pelanggan jatuh pada interval jumlah permintaan yang sangat sering

terjadi, sedangkan jika mendekati 0 menandakan kemungkinan terjadinya kecil. Berikut merupakan visualisasi rumus nilai keanggotaan permintaan pada pembeli:

$$\mu_{(d)} = \begin{cases} 0, & \text{jika } d \leq \min; d \geq \max \\ \frac{d - \min}{\max - \min}, & \text{jika } \min \leq d \leq \text{mean} \\ \frac{\max - d}{\max - \text{mean}}, & \text{jika } \text{mean} \leq d \leq \max \end{cases}$$

Dimana,

d : permintaan pelanggan

4.4.5 Total Biaya Gabungan (JTC)

Total biaya gabungan diperoleh dari penjumlahan total biaya pembeli dan total biaya pemasok. Berikut merupakan model matematis dari rumus total biaya gabungan:

$$\begin{aligned} \text{Minimasi } JTC &= TC_b * (2 - \text{mean}(\sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p \bar{\bar{\bar{d}}})) + TC_v \\ JTC &= (HC_b + SC_b + OC_{bv} + OC_{bb}) * (2 - \text{mean}(\sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p \bar{\bar{\bar{d}}})) + HC_v + SC_v + SC \end{aligned}$$

Dimana,

HC_b : Total biaya penyimpanan pembeli

SC_b : Total biaya *lost sales* pembeli

OC_v : Total biaya pemesanan pembeli ke pemasok

OC_{bb} : Total biaya pemesanan pembeli ke pembeli

HC_v : Total biaya penyimpanan pemasok

SC_v : Total biaya *lost sales* pemasok

SC : Total biaya *setup* pemasok

$\bar{\bar{\bar{d}}}$: Rata-rata nilai keanggotaan permintaan pembeli

4.5 Algoritma Model Pemecah Solusi

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

4.5.1 Model Tanpa Koordinasi

Model tanpa koordinasi merupakan kondisi pengambilan keputusan yang dilakukan secara masing-masing antara pemasok dan pembeli. Seperti halnya pembeli melakukan optimasi nilai P dan R sendiri dan pemasok melakukan optimasi P sendiri secara masing-masing. Tabel 4.3 merupakan langkah dari perhitungan model tanpa koordinasi pembeli.

Tabel 4. 3 Langkah-Langkah Perhitung Model Tanpa Koordinasi Pembeli

Pembeli	
No	Langkah – langkah
1.	<p>Membuat model simulasi perhitungan dengan menggunakan tabel yang berada pada <i>Excel</i> dengan kolom yang terdiri dari total permintaan dari pelanggan dan pembeli lain, total persediaan akhir, banyaknya <i>lost sales</i>, dan total pemesanan. Kemudian dilakukan perhitungan dengan rumusan sebagai berikut,</p> <p>Total Permintaan = Permintaan Pelanggan + Permintaan Pembeli</p> <p>Persediaan Akhir = Persediaan Awal – Total Permintaan</p> <p><i>Lost sales</i> terjadi ketika pembeli tidak sanggup memenuhi permintaan pelanggan karena nilai permintaan pelanggan lebih besar daripada stok yang dimiliki tersedia di gudang dimana persediaan akhir kurang dari 0 atau bernilai negatif.</p>
2.	<p>Pemesanan pembeli dilakukan pada setiap periode tertentu yang dilakukan dengan optimasi menggunakan <i>solver Ms. Excel</i> dengan algoritma <i>Evolutionary</i> dengan banyak jumlah menuju nilai R yang akan dioptimalkan juga menggunakan <i>solver Ms. Excel</i> dengan algoritma <i>Evolutionary</i>. Fungsi tujuan dari penggunaan <i>solver</i> algoritma <i>Evolutionary</i> yaitu untuk meminimasi total biaya gabungan antara pemasok dan pembeli untuk setiap produk dengan variabel keputusan P untuk periode, R untuk nilai stok yang harus diraih, sekaligus memaksimalkan nilai keanggotaan dari permintaan dari pembeli dengan variabel keputusan permintaan pembeli baik kepada <i>vendor</i> maupun antar pembeli. Kemudian tetap menggunakan <i>solver Ms. Excel</i> dengan algoritma <i>Evolutionary</i> untuk menentukan permintaan pembeli yang paling optimal.</p>
3.	<p>Melakukan perhitungan <i>membership value</i> terhadap setiap nilai permintaan baik kepada pemasok maupun antar pembeli dengan menggunakan perhitungan seperti berikut,</p> $\mu_{(d)} = \begin{cases} 0, & \text{jika } d \leq \min; d \geq \max \\ \frac{d - \min}{\max - \min}, & \text{jika } \min \leq d \leq \text{mean} \\ \frac{\max - d}{\max - \text{mean}}, & \text{jika } \text{mean} \leq d \leq \max \end{cases}$
4.	<p>Menghitung total biaya penyimpanan pembeli pada setiap produk dengan rumusan sebagai</p>

Pembeli	
No	Langkah – langkah
	berikut, $HC_b = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p I_{btp} \times h_b$
5.	Menghitung total biaya <i>lost sales</i> pembeli dengan menggunakan rumusan sebagai berikut, $SC_b = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p LS_{btp} \times l_b$
6.	Menghitung total biaya pemesanan dari pembeli ke pemasok maupun total biaya pemesanan antar pembeli dengan menggunakan rumusan sebagai berikut, $OC_{bv} = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p Q_{btp} \times A_{bv}$ $OC_{bb} = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p Q_{btp} \times Kp \times 4 \times A_{bb}$ $Kp = \begin{cases} 1, & \text{jika benar terjadi pemesanan} \\ 0, & \text{jika terjadi yang lainnya} \end{cases}$
7.	Menghitung total biaya pembeli (TC_b) dengan menjumlahkan biaya biaya yang dikeluarkan oleh pembeli yaitu biaya penyimpanan pembeli, biaya <i>lost sales</i> pembeli, biaya pemesanan pembeli kepada vendor, dan biaya pemesanan antar pembeli yang dapat divisualisasikan rumusannya sebagai berikut, $TC_b = HC_b + SC_b + OC_{bv} + OC_{bb}$

Tabel 4.4 menjelaskan terkait langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan perhitungan model tanpa koordinasi pada pemasok.

Tabel 4. 4 Langkah-Langkah Perhitungan Model Tanpa Koordinasi Pemasok

Pemasok	
No	Langkah – langkah
1.	Membuat model simulasi perhitungan dengan menggunakan tabel yang berada pada <i>Excel</i> dengan kolom yang terdiri dari total permintaan dari pembeli, total persediaan, banyaknya <i>lost sales</i> . Kemudian dilakukan perhitungan dengan rumusan sebagai berikut, Total Permintaan = Total Pesanan Pembeli Persediaan Akhir = Persediaan Awal – Permintaan <i>Lost sales</i> terjadi ketika pemasok tidak sanggup memenuhi permintaan pembeli karena nilai permintaan pembeli lebih besar daripada stok yang dimiliki tersedia di gudang dimana

Pemasok	
No	Langkah – langkah
	persediaan akhir kurang dari 0 atau bernilai negatif.
2.	Pemasok akan melakukan produksi ulang pada setiap periode tertentu yang nantinya akan dilakukan optimasi menggunakan <i>solver Ms. Excel</i> dengan algoritma <i>Evolutionary</i> . Fungsi tujuan dari penggunaan <i>solver</i> algoritma <i>Evolutionary</i> yaitu untuk meminimasi total biaya gabungan antara pemasok dan pembeli untuk setiap produk dengan variabel keputusan P untuk jumlah produksi yang harus dilakukan oleh pemasok.
3.	Menghitung total biaya penyimpanan pemasok pada setiap produk dari setiap pembeli dengan rumusan sebagai berikut,
	$HC_v = \sum_{p=1}^p \sum_{t=1}^t I_{vtp} \times h_v$
4.	Menghitung total biaya <i>lost sales</i> pemasok dengan menggunakan rumusan sebagai berikut,
	$SC_v = \sum_{p=1}^p \sum_{t=1}^t LS_{vtp} \times l_v$
5.	Menghitung total biaya <i>setup</i> pemasok dengan menggunakan rumusan sebagai berikut,
	$SC = \sum_{t=1}^T (S \times f)_t$
6.	Menghitung total biaya pemasok (TC_v) dengan menjumlahkan biaya biaya yang dikeluarkan oleh pemasok yaitu biaya penyimpanan pemasok, biaya <i>lost sales</i> pemasok, dan biaya <i>setup</i> yang dapat divisualisasikan rumusannya sebagai berikut,
	$TC_v = HC_v + SC_v + SC$

4.5.2 Model dengan Koordinasi

Model dengan koordinasi merupakan langkah dalam pengambilan keputusan yang dilakukan secara terintegrasi oleh kedua pihak yaitu oleh pemasok dan juga pembeli. Optimasi biaya yang dilakukan pada model yaitu berada pada total biaya gabungan antara pemasok dan pembeli. Pada Tabel 4.5 menjelaskan langkah yang dilakukan dalam melakukan perhitungan model dengan koordnasi.

Tabel 4. 5 Langkah-Langkah Perhitungan Model dengan Koordinasi

No	Langkah – langkah
1.	Menggunakan model awal yang sudah dibuat pada perhitungan sebelum
2.	Melakukan optimasi menggunakan <i>solver Ms. Excel</i> dengan algoritma <i>Evolutionary</i> dengan

No	Langkah – langkah
	opsi fungsi tujuan yaitu sel total biaya gabungan antara semua pembeli pemasok dengan variabel keputusan P untuk periode, R untuk nilai stok yang harus diraih, permintaan pelanggan.
3.	Melakukan perhitungan total persediaan akhir pembeli, total <i>lost sales</i> pembeli, total pemesanan pembeli, total persediaan akhir pemasok, total <i>lost sales</i> pemasok, dan total produksi pemasok.
4.	Menghitung total persediaan akhir pembeli dengan menggunakan rumus seperti berikut, $HC_b = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p I_{btp} \times h_b$
5.	Menghitung total biaya <i>lost sales</i> pembeli dengan menggunakan rumus sebagai berikut, $SC_b = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p LS_{btp} \times l_b$
6.	Menghitung total biaya pemesanan ke pemasok dan antar pembeli dengan menggunakan rumus sebagai berikut, $OC_{bv} = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p Q_{btp} \times A_{bv}$ $OC_{bb} = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p Q_{btp} \times Kp \times 4 \times A_{bb}$ $Kp = \begin{cases} 1, & \text{jika benar terjadi pemesanan} \\ 0, & \text{jika terjadi yang lainnya} \end{cases}$
7.	Menghitung total biaya penyimpanan pemasok pada setiap produk batik dari semua pembeli yang dapat divisualisasikan rumusannya sebagai berikut, $HC_v = \sum_{p=1}^p \sum_{t=1}^t I_{vtp} \times h_v$
8.	Menghitung total biaya <i>lost sales</i> pemasok dengan menggunakan rumus sebagai berikut: $SC_v = \sum_{p=1}^p \sum_{t=1}^t LS_{vtp} \times l_v$
9.	Menghitung total biaya <i>setup</i> pemasok dengan menggunakan rumus sebagai berikut: $SC = \sum_{t=1}^T (S \times f)_t$
10.	Menghitung total biaya pembeli dan pemasok dengan menjumlahkan biaya-biaya yang dapat

No	Langkah – langkah
----	-------------------

	divisualisasikan rumusannya sebagai berikut,
--	--

	$JTC = (HC_b + SC_b + OC_{bv} + OC_{bb}) * (2 - \underset{t=1}{\overset{t}{\text{mean}}}(\underset{p=1}{\overset{p}{\sum}} \sum \bar{\bar{\bar{d}}})_{tp}) + HC_v + SC_v + SC$
--	--

4.6 Validasi Model

Validasi model pada penelitian ini bertujuan untuk membuktikan formulasi model dari model yang telah dikembangkan sebelumnya dengan melakukan pemeriksaan dimensi satuan model. Pada tahapan validasi model penelitian ini mengacu pada sumber penelitian terdahulu dari (Rinaldi, 2023) sebagai dasaran pada melakukan validasi model dengan memberikan tambahan variabel yaitu variabel asumsi permintaan pelanggan baik kepada vendor maupun antar pembeli. Pada tabel 4.6 memaparkan hasil validasi dengan pemeriksaan dimensi satuan model pada model yang dikembangkan.

Tabel 4. 6 Validasi Model

Persamaan	Pemeriksaan Satuan	Status
Biaya penyimpanan pembeli	$HC_b = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p I_{btp} \times h_b$ $HC_b = \frac{unit}{bulan} \times \frac{Rp/unit}{bulan}$ $HC_b = \frac{\cancel{unit}}{\cancel{bulan}} \times \frac{Rp/\cancel{unit}}{\cancel{bulan}}$ $HC_b = Rp$	Valid
Biaya lost sales pembeli	$SC_b = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p LS_{btp} \times l_b$ $SC_b = unit \times \frac{Rp}{unit}$ $SC_b = \cancel{unit} \times \frac{Rp}{\cancel{unit}}$ $SC_b = Rp$	Valid

Persamaan	Pemeriksaan Satuan	Status
Biaya pemesanan pembeli ke pemasok	$OC_{bv} = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p Q_{btp} \times A_{bv}$ $OC_{bv} = unit \times \frac{Rp}{unit}$ $OC_{bv} = \cancel{unit} \times \frac{Rp}{\cancel{unit}}$ $OC_{bv} = Rp$	Valid
Biaya pemesanan antar pembeli	$OC_{bb} = \sum_{b=1}^p \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p Q_{btp} \times Kp \times 4 \times A_{bb}$ $Kp = \begin{cases} 1, & \text{jika benar terjadi pemesanan} \\ 0, & \text{jika terjadi yang lainnya} \end{cases}$ $OC_{bb} = unit \times 4 \times \frac{Rp}{unit}$ $OC_{bb} = \cancel{unit} \times \frac{Rp}{\cancel{unit}}$ $OC_{bb} = 4 \times Rp$	Valid
Biaya penyimpanan pemasok	$HC_v = \sum_{p=1}^p \sum_{t=1}^t I_{vtp} \times h_v$ $HC_v = \frac{unit}{bulan} \times \frac{Rp/unit}{bulan}$ $HC_v = \frac{\cancel{unit}}{\cancel{bulan}} \times \frac{Rp/\cancel{unit}}{\cancel{bulan}}$ $HC_v = Rp$	Valid
Biaya <i>lost sales</i> pemasok	$SC_v = \sum_{p=1}^p \sum_{t=1}^t LS_{vtp} \times l_v$ $SC_v = unit \times \frac{Rp}{unit}$ $SC_v = \cancel{unit} \times \frac{Rp}{\cancel{unit}}$ $SC_v = Rp$	Valid
Biaya <i>setup</i> pemasok	$SC = \sum_{t=1}^T (Sxf)_t$ $SC = \frac{Rp/unit}{bulan} \times \frac{unit}{bulan}$	Valid

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

4.7 Pengolahan Data

Penelitian ini melakukan pengolahan data sekunder yang cara didapatkannya dijelaskan pada bab metodologi penelitian. Pada tahap pengolahan data, peneliti menghitung model tanpa koordinasi dan model dengan koordinasi untuk mengetahui model yang paling optimal

4.7.1 Contoh Perhitungan Model Tanpa Koordinasi

4.7.1.1 Perhitungan Biaya Pembeli

Langkah 1: Membuat Model Simulasi Perhitungan Total Permintaan, Total Persediaan, dan Lost Sales

Pada langkah ini dilakukan contoh perhitungan model untuk pembeli 1 pada produk 2, untuk perhitungan lengkap pada setiap pembeli dan produk akan ditampilkan pada lembar lampiran.

Kebijakan pemesanan yang digunakan pada pembeli 1 untuk produk 2 merupakan hasil optimasi menggunakan *solver evolutionary* yang dapat menentukan strategi pemesanan yang lebih efisien. Pada Tabel 4.7 berisikan data pembeli 1 pada produk batik 2, dan pada Tabel 4.8 memaparkan hasil dari model simulasi perhitungan untuk pembeli 1 pada produk batik 2.

Tabel 4. 7 Data Pembeli 1 pada Produk Batik 2

Persediaan Awal (unit)	Jumlah Pemesanan up to R (unit)	Periode	Lead time (hari)
345	395	1	3

Tabel 4. 8 Hasil Model Simulasi Perhitungan Pembeli 1 pada Produk Batik 2

Periode (t)	Persediaan Awal (unit)	Total Permintaan (D)	Persediaan Akhir (I)	Jumlah Pesan up to (R)	Jumlah Pesan ke Pembeli 5 (d)	Jumlah Lost Sales
1	345	366	12	0	33	0
2	12	401	29	383	35	0
3	29	420	10	366	35	0
4	10	417	13	385	35	0
5	13	416	13	382	34	0
6	13	427	4	382	36	0
7	4	417	13	391	35	0

Periode (t)	Persediaan Awal (unit)	Total Permintaan (D)	Persediaan Akhir (I)	Jumlah Pesan up to (R)	Jumlah Pesan ke Pembeli 5 (d)	Jumlah Lost Sales
8	13	420	10	382	35	0
9	10	405	25	385	35	0
10	25	425	5	370	35	0
11	5	425	5	390	35	0
12	5	416	14	390	35	0
13	14	407	23	381	35	0
14	23	421	9	372	35	0
15	9	424	6	386	35	0
16	6	422	6	389	33	0
17	6	427	3	389	35	0
18	3	427	1	392	33	0
19	1	411	19	394	35	0
20	19	426	4	376	35	0
21	4	417	13	391	35	0
22	13	420	10	382	35	0
23	10	422	8	385	35	0
24	8	430	0	387	35	1

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 4.8 diatas diketahui jumlah pemesanan ke pemasok, jumlah pemesanan ke pembeli lainnya, jumlah *lost sales* lalu selanjutnya dilakukan perhitungan biaya-biaya pada pembeli dan sebagai contoh pada pembeli 1 pada produk 2.

Langkah 2: Melakukan optimasi P, R, dan Permintaan

Optimasi P , R , dan permintaan menuju vendor dan antar pembeli dilakukan dengan menggunakan *solver* pada *Ms. Excel* yaitu algoritma *Evolutionary*. Fungsi tujuan yang dipilih yaitu total keseluruhan biaya pembeli 1 pada produk 2 dengan variabel pengubah adalah P , R , total permintaan dengan batasan-batasan berikut:

1. P , R , total permintaan merupakan bilangan interger
2. P lebih dari sama dengan 1
3. P kurang dari sama dengan 10
4. R kurang dari sama dengan 1000
5. Nilai total permintaan lebih kecil sama dengan batas atas
6. Nilai total permintaan lebih besar sama dengan dengan batas bawah

Tabel 4.9 merupakan tabel yang berisikan hasil optimasi P , R , total permintaan pada pembeli 1 untuk produk 2 dengan menggunakan batasan diatas, dan Tabel 4.10 merupakan hasil dari optimasi dari total permintaan untuk pembeli 1 pada produk batik 2.

Tabel 4. 9 Hasil Optimasi P dan R pada Pembeli 1 untuk Produk Batik 2

Jumlah pemesanan <i>up to R</i> (unit)	Periode
395	1

Tabel 4. 10 Hasil Optimasi Total Permintaan pada Pembeli 1 untuk Produk Batik 2

Periode (unit)	Permintaan (unit)	Permintaan dari Pembeli 2 (unit)	Permintaan dari Pembeli 3 (unit)	Total Permintaan (unit)
1	242	65	59	366
2	276	65	60	401
3	295	65	60	420
4	293	64	60	417
5	292	64	60	416
6	302	65	60	427
7	292	65	60	417
8	295	65	60	420
9	280	65	60	405
10	301	64	60	425
11	300	65	60	425
12	293	63	60	416
13	282	65	60	407
14	300	62	59	421
15	299	65	60	424
16	297	65	60	422
17	302	65	60	427
18	301	66	60	427
19	289	64	58	411
20	301	65	60	426
21	292	65	60	417
22	295	65	60	420
23	298	64	60	422
24	306	64	60	430

Langkah 3: Melakukan Perhitungan *Membership Value*

Perhitungan *membership value* dilakukan dengan menghitung permintaan yang telah dioptimasi sebelumnya dengan rumus fungsi tujuan untuk mengukur sejauh mana suatu nilai permintaan termasuk dalam kategori. Berikut merupakan rumus dari perhitungan *membership value* :

$$\mu_{(d)} = \begin{cases} 0, & \text{jika } d \leq \min; d \geq \max \\ \frac{d - \min}{\max - \min}, & \text{jika } \min \leq d \leq \text{mean} \\ \frac{\max - d}{\max - \text{mean}}, & \text{jika } \text{mean} \leq d \leq \max \end{cases}$$

Berdasarkan perhitungan dengan rumusan tersebut didapatkan *membership value* dari setiap permintaan baik dari pelanggan maupun antar pembeli. Tabel 4.11 merupakan hasil perhitungan pada pembeli 1 untuk produk 2.

Tabel 4. 11 *Membership Value* pada Pembeli 1 untuk Produk 2

Periode (unit)	Permintaan (unit)	Membership Value	Permintaan Pembeli 2 (unit)	Membership Value 2	Permintaan Pembeli 3 (unit)	Membership Value 3
1	242	0,17	65	1,00	59	0,90
2	276	0,66	65	1,00	60	1,00
3	295	0,93	65	1,00	60	1,00
4	293	0,90	64	0,93	60	1,00
5	292	0,89	64	0,93	60	1,00
6	302	0,97	65	1,00	60	1,00
7	292	0,89	65	1,00	60	1,00
8	295	0,93	65	1,00	60	1,00
9	280	0,71	65	1,00	60	1,00
10	301	0,99	64	0,93	60	1,00
11	300	1,00	65	1,00	60	1,00
12	293	0,90	63	0,87	60	1,00
13	282	0,74	65	1,00	60	1,00
14	300	1,00	62	0,80	59	0,90
15	299	0,99	65	1,00	60	1,00
16	297	0,96	65	1,00	60	1,00
17	302	0,97	65	1,00	60	1,00
18	301	0,99	66	0,93	60	1,00
19	289	0,84	64	0,93	58	0,80
20	301	0,99	65	1,00	60	1,00
21	292	0,89	65	1,00	60	1,00
22	295	0,93	65	1,00	60	1,00
23	298	0,97	64	0,93	60	1,00
24	306	0,91	64	0,93	60	1,00
Rata-Rata		0,88		0,97		0,98

Langkah 4 : Perhitungan Biaya Penyimpanan Pembeli

Biaya penyimpanan pembeli didapat dengan melakukan perhitungan perkalian pada total penyimpanan yang tersedia dengan biaya simpan pembeli 1 untuk produk 2. Berikut merupakan rumus dari perhitungan dan hasil perhitungan pada pembeli 1 untuk produk 2:

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

$$HC_{12} = 255 \times 2000$$

$$HC_{12} = Rp510.000$$

Langkah 5 : Perhitungan Biaya Lost Sales Pembeli

Biaya *lost sales* pembeli didapat dengan melakukan perhitungan perkalian pada total *lost sales* dengan biaya *lost sales* pembeli 1 untuk produk 2. Berikut merupakan rumus dari perhitungan dan hasil perhitungan pada pembeli 1 untuk produk 2:

$$SC_{bp} = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p LS_{btp} \times l_b$$

$$SC_{12} = 1 \times 20000$$

$$SC_{12} = Rp20.000$$

Langkah 6 : Perhitungan Biaya Pemesanan Pembeli ke Pemasok dan Antar Pembeli

Biaya pemesanan pembeli memiliki dua biaya pemesanan yaitu kepada pemasok dan kepada pembeli lain. Pembeli 1 melakukan pemesanan produk 2 ke pemasok dan juga kepada pembeli 5. Berikut merupakan rumusan dan hasil perhitungan untuk biaya pemesanan pemasok:

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

$$OC_{1v2} = 8830 \times 13000$$

$$OC_{1v2} = Rp28.834.000$$

Selanjutnya merupakan rumusan dan hasil perhitungan untuk biaya pemesanan antar pembeli:

$$OC_{152} = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p Q_{152} \times Kp \times 4 \times A_{bb}$$

$$Kp = \begin{cases} 1, & \text{jika benar terjadi pemesanan} \\ 0, & \text{jika terjadi yang lainnya} \end{cases}$$

$$OC_{152} = 834 \times 13000$$

$$OC_{152} = Rp1.248.000$$

Langkah 7 : Perhitungan Total Biaya Pembeli

Total biaya pembeli didapat dari penjumlahan dari hasil perhitungan total biaya penyimpanan, total biaya *lost sales*, total biaya pemesan pembeli ke pemasok dan antar pembeli. Berikut merupakan rumusan dan hasil perhitungan dari total biaya pembeli:

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

$$TC_1 = 510.000 + 20.000 + 28.834.000 + 1.248.000$$

$$TC_1 = Rp32.355.183$$

4.7.1.2 Perhitungan Biaya Pemasok

Langkah 1: Membuat Model Simulasi Perhitungan Total Permintaan, Total Persediaan, dan Lost Sales

Perhitungan model pemasok dilakukan pada setiap produk yang diproduksi UMKM dengan permintaan yang berasal dari pembeli-pembeli. Berikut merupakan model simulasi yang didapat dari jumlah pesanan pembeli 1 hingga pembeli 5 pada produk 2 lalu perhitungan lengkap terlampir pada lembar lampiran. Kebijakan jumlah produksi pada pemasok untuk produk 2 didapat dari hasil optimasi *solver Ms. Excel* dengan *Evolutionary Algorithm*. Pada Tabel 4.12 berisikan data pemasok pada produk batik 2, dan pada Tabel 4.13 memaparkan hasil dari model simulasi perhitungan untuk pemasok pada produk batik 2.

Tabel 4. 12 Data Pemasok pada Produk 2

Persediaan Awal (unit)	Jumlah produksi (unit)	Lead time (bulan)
1465	1848	1

Tabel 4. 13 Hasil Model Simulasi Perhitungan Pemasok pada Produk Batik 2

Periode (t)	Persediaan Awal (unit)	Total Permintaan (D)	Persediaan Akhir (I)	Jumlah Lost Sales
1	1465	1680	1633	215
2	1633	1827	1654	194
3	1654	1834	1668	180
4	1668	1837	1679	169
5	1679	1824	1703	145
6	1703	1847	1704	144
7	1704	1837	1715	133
8	1715	1842	1721	127
9	1721	1826	1743	105
10	1743	1835	1756	92
11	1756	1839	1765	83
12	1765	1822	1791	57
13	1791	1822	1817	31
14	1817	1842	1823	25
15	1823	1847	1824	24
16	1824	1846	1826	22
17	1826	1844	1830	18
18	1830	1850	1828	20
19	1828	1824	1852	0
20	1852	1852	1848	0
21	1848	1840	1856	0
22	1856	1843	1861	0
23	1861	1853	1856	0
24	1856	1455	2249	0

Langkah 2: Melakukan optimasi nilai PQ

Optimasi P dilakukan dengan menggunakan *solver Ms. Excel* dengan *Evolutionary Algorithm* dengan fungsi tujuan yang dituju yaitu minimasi total biaya dari pemasok dengan variabel pengubah merupakan PQ yaitu jumlah produksi sejumlah PQ dengan batasan seperti berikut:

1. PQ merupakan bilangan interger
2. PQ lebih dari sama dengan 1
3. PQ kurang dari sama dengan 2000

Tabel 4.14 merupakan hasil dari optimasi dari nilai PQ untuk produk 2 pada pemasok.

Tabel 4. 14 Hasil Optimasi PQ pada Pemasok untuk Produk 2

Jumlah Produksi PQ (unit)
1848

Langkah 3: Perhitungan Biaya Penyimpanan Pemasok

Biaya penyimpanan pemasok didapat dari perhitungan perkalian dari total penyimpanan dengan biaya simpan pada pemasok pada produk 2. Berikut merupakan rumusan dan hasil perhitungan biaya penyimpanan pemasok pada produk 2:

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

$$HC_v = 43.002 \times 3.500$$

$$HC_v = Rp150.507.500$$

Langkah 4: Perhitungan Biaya *Lost Sales* Pemasok

Biaya *lost sales* pemasok didapat dengan melakukan perhitungan perkalian pada total *lost sales* dengan biaya *lost sales* pemasok untuk produk 2. Berikut merupakan rumus dari perhitungan dan hasil perhitungan pada pemasok untuk produk 2:

$$SC_v = \sum_{p=1}^p \sum_{t=1}^t LS_{vtp} \times l_v$$

$$SC_v = 1784 \times 5500$$

$$SC_v = Rp9.812.000$$

Langkah 5: Perhitungan Biaya *Setup* Pemasok

Biaya *setup* pemasok didapatkan apabila sudah memasuki periode produksi yaitu setiap bulan yang ditotalkan selama periode 24 bulan. Berikut merupakan total biaya *setup* pemasok:

$$SC = \sum_{t=1}^T (S \times f)_t$$

$$SC = (5700 \times 10)_{24}$$

$$SC = Rp1.368.000$$

Langkah 6: Menghitung Total Biaya Pemasok

Total biaya pemasok didapat dari penjumlahan dari hasil perhitungan total biaya penyimpanan, total biaya *lost sales*, biaya *setup*. Berikut merupakan rumusan dan hasil perhitungan dari total biaya pemasok:

$$TC_v = HC_v + SC_v + SC$$

$$TC_v = 150.507.500 + 9.812.000 + 1.368.000$$

$$TC_v = Rp161.687.000$$

4.7.2 Contoh Perhitungan Model dengan Koordinasi

Langkah 1: Melakukan Optimasi P, R, dan *Production Quantity* (PQ)

Data yang digunakan dalam perhitungan model dengan koordinasi merupakan data yang didapat melalui perhitungan model tanpa koordinasi pada pihak pembeli dan pemasok. Selanjutnya data yang dimiliki dilakukan optimasi P, R, dan *production quantity* (PQ) pada pemasok dengan menggunakan *solver Ms. Excel* yaitu *evolutionary algorithm* dengan batasan-batasan seperti berikut:

1. Nilai P, R, dan PQ merupakan bilangan interger.
2. Pada nilai P memiliki batas bawah yaitu ≥ 1 dikarenakan tetap selalu ada periode pengiriman dan pasti memiliki nilai.
3. Pada nilai P memiliki batas atas yaitu ≤ 5 dikarenakan apabila melebihi 5 maka permintaan sudah sangat terlambat dipenuhi.
4. Pada nilai R memiliki batas atas yaitu ≤ 800 mengikuti rerata dari permintaan dari pembeli tersebut.
5. Pada *production quantity* memiliki batas bawah yaitu ≥ 100 .
6. Pada *production quantity* memiliki batas atas yaitu ≤ 2000 .

Pada Tabel 4.15 dan Tabel 4.16 merupakan hasil optimasi P, R, PQ pada setiap pembeli dan pemasok untuk produk batik 2 dengan menggunakan batasan-batasan yang telah disebutkan sebelumnya.

Tabel 4. 15 Hasil Optimasi Pembeli Produk Batik 2 pada Model dengan Koordinasi

Pembeli	Jumlah pemesanan up to R (unit)	Lead time
<i>Buyer 1</i>	392	1
<i>Buyer 2</i>	476	1
<i>Buyer 3</i>	341	1
<i>Buyer 4</i>	340	1
<i>Buyer 5</i>	309	1

Tabel 4. 16 Hasil Optimasi Pemasok Produk Batik 2 pada Model dengan Koordinasi

Jumlah Produksi P (unit)
1847

Langkah 2: Perhitungan Biaya Penyimpanan Pembeli

Biaya penyimpanan pembeli didapat dengan melakukan perhitungan perkalian pada total penyimpanan yang tersedia dengan biaya simpan pembeli 1 untuk produk 2. Berikut merupakan rumus dari perhitungan dan hasil perhitungan pada pembeli 1 untuk produk 2:

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

$$HC_{12} = 191 \times 2000$$

$$HC_{12} = Rp382.000$$

Langkah 3: Perhitungan Biaya Lost Sales Pembeli

Biaya *lost sales* pembeli didapat dengan melakukan perhitungan perkalian pada total *lost sales* dengan biaya *lost sales* pembeli 1 untuk produk 2. Berikut merupakan rumus dari perhitungan dan hasil perhitungan pada pembeli 1 untuk produk 2:

$$SC_b = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p LS_{btp} \times l_b$$

$$SC_{12} = 3 \times 20000$$

$$SC_{12} = Rp60.000$$

Langkah 4: Perhitungan Biaya Pemesanan Pembeli ke Pemasok dan Antar Pembeli

Biaya pemesanan pembeli memiliki dua biaya pemesanan yaitu kepada pemasok dan kepada pembeli lain. Pembeli 1 melakukan pemesanan produk 2 ke pemasok dan juga kepada pembeli 5. Berikut merupakan rumusan dan hasil perhitungan untuk biaya pemesanan pemasok:

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

$$OC_{1v2} = 8825 \times 13000$$

$$OC_{1v2} = Rp28.808.000$$

Selanjutnya merupakan rumusan dan hasil perhitungan untuk biaya pemesanan antar pembeli:

$$OC_{152} = \sum_{b=1}^b \sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p Q_{151} \times Kp \times 4 \times A_{bb}$$

$$Kp = \begin{cases} 1, & \text{jika benar terjadi pemesanan} \\ 0, & \text{jika terjadi yang lainnya} \end{cases}$$

$$OC_{152} = 834 \times 13000$$

$$OC_{152} = Rp1.248.000$$

Langkah 5: Perhitungan Biaya Penyimpanan Pemasok

Biaya penyimpanan pemasok didapat dari perhitungan perkalian dari total penyimpanan dengan biaya simpan pada pemasok pada produk 2. Berikut merupakan rumusan dan hasil perhitungan biaya penyimpanan pemasok pada produk 2:

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

$$HC_v = 43.088 \times 3.500$$

$$HC_v = Rp150.808.500$$

Langkah 6: Biaya Lost Sales Pemasok

Biaya *lost sales* pemasok didapat dengan melakukan perhitungan perkalian pada total *lost sales* dengan biaya *lost sales* pemasok untuk produk 2. Berikut merupakan rumus dari perhitungan dan hasil perhitungan pada pemasok untuk produk 2:

$$SC_v = \sum_{p=1}^p \sum_{t=1}^t LS_{vtp} \times l_v$$

$$SC_v = 1672 \times 5500$$

$$SC_v = Rp9.196.000$$

Langkah 7: Perhitungan Biaya Setup Pemasok

Biaya *setup* pemasok didapatkan apabila sudah memasuki periode produksi yaitu setiap bulan yang ditotalkan selama periode 24 bulan. Berikut merupakan total biaya *setup* pemasok:

$$SC = \sum_{t=1}^T (S \times f)_t$$

$$SC = (5700 \times 10)_{24}$$

$$SC = Rp1.368.000$$

Langkah 8: Menghitung Total Biaya Gabungan

Pada perhitungan total biaya gabungan diperoleh dari penjumlahan keseluruhan biaya baik pada pihak pembeli maupun pihak pemasok. Berikut merupakan rumusan dan perhitungan dari total biaya gabungan pada produk 2 menggunakan model dengan koordinasi:

$$JTC = (HC_b + SC_b + OC_{bv} + OC_{bb}) * (2 - \frac{mean(\sum_{t=1}^t \sum_{p=1}^p \bar{\mu}_{id})}{\bar{\mu}_{id}}) + HC_v + SC_v + SC$$

$$JTC = (1.308.000 + 245.000 + 111.728.000 + 3.552.000) * (2 - \frac{mean(8,70)}{8,70}) + (150.808.500 + 9.196.000 + 1.368.000)$$

$$JTC = Rp281.587.743$$

4.7.3 Rangkuman Perhitungan Model Tanpa Koordinasi

4.7.3.1 Produk Batik 1

1. Hasil Perhitungan Biaya Pembeli

Hasil dari perhitungan biaya pembeli pada produk Batik 1 menggunakan *solver evolutionary* pada model tanpa koordinasi tertera pada Tabel 4.17 hingga Tabel 4.22.

Tabel 4. 17 Hasil Optimasi Semua Pembeli pada Produk Batik 1

Pembeli	Jumlah Pemesanan up to R (unit)	Lead Time
Buyer 1	412	1
Buyer 2	196	1
Buyer 3	120	1
Buyer 4	40	1

<i>Buyer 5</i>	95	1
----------------	----	---

Tabel 4. 18 Hasil Total Biaya Penyimpanan Semua Pembeli pada Produk Batik 1

Pembeli	Total Persediaan Akhir (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp/unit)	Total Biaya Penyimpanan (Rp)
<i>Buyer 1</i>	172	2.000	334.000
<i>Buyer 2</i>	123	2.000	246.000
<i>Buyer 3</i>	79	2.000	158.000
<i>Buyer 4</i>	137	2.000	274.000
<i>Buyer 5</i>	66	2.000	132.000

Tabel 4. 19 Hasil Total Biaya *Lost Sales* Semua Pembeli pada Produk Batik 1

Pembeli	Total Lost Sales (unit)	Biaya Lost Sales (Rp/unit)	Total Biaya Lost Sales (Rp)
<i>Buyer 1</i>	20	20.000	400.000
<i>Buyer 2</i>	28	25.000	700.000
<i>Buyer 3</i>	0	25.000	0
<i>Buyer 4</i>	0	35.000	0
<i>Buyer 5</i>	12	25.000	300.000

Tabel 4. 20 Hasil Total Biaya Pemesanan Semua Pembeli pada Produk Batik 1

Pembeli	Total Pemesanan (unit)	Biaya Pemesanan (Rp/4 unit)	Total Biaya Pemesanan (Rp)
<i>Buyer 1</i>	9310	13.000	31.681.000
<i>Buyer 2</i>	4393	8.000	9.208.000
<i>Buyer 3</i>	2685	10.000	7.040.000
<i>Buyer 4</i>	814	8.000	1.784.000
<i>Buyer 5</i>	2122	13.000	7.267.000

Tabel 4. 21 Total Biaya Pemesanan Antar Pembeli pada Produk Batik 1

Pembeli	Total Pemesanan (unit)	Biaya Pemesanan (Rp/unit)	Total Biaya Pemesanan (Rp)
<i>Buyer 1 to 5</i>	818	13.000	1.248.000
<i>Buyer 2 to 1</i>	1357	8.000	768.000
<i>Buyer 3 to 1</i>	1911	8.000	768.000
<i>Buyer 4 to 2</i>	2350	8.000	768.000

Tabel 4. 22 Hasil Total Biaya Keseluruhan Pembeli pada Produk Batik 1

Pembeli	Jumlah Pemesanan up to R (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp)	Biaya Lost Sales (Rp)	Biaya Pemesanan ke Pemasok (Rp)	Biaya Pemesanan antar Pembeli (Rp)	Total Biaya Pembeli (Rp)
<i>Buyer 1</i>	412	334.000	400.000	31.681.000	1.248.000	36.812.241

Pembeli	Jumlah Pemesanan up to R (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp)	Biaya Lost Sales (Rp)	Biaya Pemesanan ke Pemasok (Rp)	Biaya Pemesanan antar Pembeli (Rp)	Total Biaya Pembeli (Rp)
Buyer 2	196	246.000	700.000	9.208.000	768.000	11.714.603
Buyer 3	120	158.000	0	7.040.000	768.000	8.207.825
Buyer 4	40	274.000	0	1.784.000	768.000	2.906.743
Buyer 5	95	132.000	300.000	7.267.000	-	8.533.058

2. Hasil Perhitungan Biaya Pemasok

Pada Tabel 4.23 hingga Tabel 4.26 merupakan hasil dari perhitungan biaya pemasok pada produk Batik 1 menggunakan *solver evolutionary* pada model tanpa koordinasi.

Tabel 4. 23 Total Biaya Penyimpanan Pemasok pada Produk Batik 1

Total Penyimpanan Akhir (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp/unit)	Total Biaya Penyimpanan Pemasok (Rp)
20.819	3.500	72.866.500

Tabel 4. 24 Total Biaya Lost Sales Pemasok pada Produk Batik 1

Total Lost Sales Pemasok (unit)	Biaya Lost Sales Pemasok (Rp/unit)	Total Biaya Lost Sales Pemasok (Rp)
2034	5.500	11.187.000

Tabel 4. 25 Total Biaya Setup Pemasok pada Produk Batik 1

Total Jumlah Setup (bulan)	Biaya Setup (Rp/unit)	Total Biaya Setup Pemasok (Rp)
24	5.700	1.368.000

Tabel 4. 26 Total Biaya Keseluruhan Pemasok pada Produk Batik 1

PQ (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp)	Biaya Lost Sales Pemasok (Rp)	Biaya Setup Produksi (Rp)	Total Biaya Pemasok (Rp)
804	72.866.500	11.187.000	1.368.000	85.421.500

4.7.3.2 Produk Batik 2

1. Hasil Perhitungan Biaya Pembeli

Tabel 4.27 hingga Tabel 4.32 merupakan hasil dari perhitungan biaya pembeli pada produk Batik 2 menggunakan *solver evolutionary* pada model tanpa koordinasi.

Tabel 4. 27 Hasil Optimasi Semua Pembeli pada Produk Batik 2

Pembeli	Jumlah Pemesanan up to R (unit)	Lead Time
<i>Buyer 1</i>	395	1
<i>Buyer 2</i>	481	1
<i>Buyer 3</i>	342	1
<i>Buyer 4</i>	343	1
<i>Buyer 5</i>	311	1

Tabel 4. 28 Hasil Total Biaya Penyimpanan Semua Pembeli pada Produk Batik 2

Pembeli	Total Persediaan Akhir (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp/unit)	Total Biaya Penyimpanan (Rp)
<i>Buyer 1</i>	255	2000	510.000
<i>Buyer 2</i>	369	2000	738.000
<i>Buyer 3</i>	108	2000	216.000
<i>Buyer 4</i>	123	2000	246.000
<i>Buyer 5</i>	110	2000	220.000

Tabel 4. 29 Hasil Total Biaya *Lost Sales* Semua Pembeli pada 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>	1	20.000	20.000
<i>Buyer 2</i>	0	20.000	-
<i>Buyer 3</i>	0	20.000	-
<i>Buyer 4</i>	0	35.000	-
<i>Buyer 5</i>	1	25.000	25.000

Tabel 4. 30 Hasil Total Biaya Pemesanan Semua Pembeli pada Produk Batik 2

Pembeli	Total Pemesanan (unit)	Biaya Pemesanan (Rp/4 unit)	Total Biaya Pemesanan (Rp)
<i>Buyer 1</i>	8830	13.000	28.834.000
<i>Buyer 2</i>	10707	8000	22.424.000
<i>Buyer 3</i>	7760	10.000	20.290.000
<i>Buyer 4</i>	7769	8000	16.248.000
<i>Buyer 5</i>	7047	13.000	23.998.000

Tabel 4. 31 Total Biaya Pemesanan Antar Pembeli pada Produk Batik 2

Pembeli	Total Pemesanan (unit)	Biaya Pemesanan (Rp/unit)	Total Biaya Pemesanan (Rp)
<i>Buyer 1 to 5</i>	834	13.000	1.248.000
<i>Buyer 2 to 1</i>	1550	8000	768.000
<i>Buyer 3 to 1</i>	1436	8000	768.000
<i>Buyer 4 to 2</i>	840	8000	768.000

Tabel 4. 32 Hasil Total Biaya Keseluruhan Pembeli pada Produk Batik 2

Pembeli	Jumlah Pemesanan up to R (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp)	Biaya Lost Sales (Rp)	Biaya Pemesanan ke Pemasok (Rp)	Biaya Pemesanan antar Pembeli (Rp)	Total Biaya Pembeli (Rp)
Buyer 1	395	510.000	20.000	28.834.000	1.248.000	32.355.183
Buyer 2	481	738.000	-	22.424.000	768.000	24.309.659
Buyer 3	342	216.000	-	20.290.000	768.000	21.362.642
Buyer 4	343	246.000	-	16.248.000	768.000	17.434.620
Buyer 5	311	220.000	25.000	23.998.000	-	25.253.125

2. Hasil Perhitungan Biaya Pemasok

Pada Tabel 4.33 hingga Tabel 4.36 memaparkan hasil dari perhitungan biaya pemasok pada produk Batik 2 menggunakan *solver evolutionary* pada model tanpa koordinasi.

Tabel 4. 33 Total Biaya Penyimpanan Pemasok pada Produk Batik 2

Total Penyimpanan Akhir (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp/unit)	Total Biaya Penyimpanan Pemasok (Rp)
43002	3500	15.507.000

Tabel 4. 34 Total Biaya Lost Sales Pemasok pada Produk Batik 2

Total Lost Sales Pemasok (unit)	Biaya Lost Sales Pemasok (Rp/unit)	Total Biaya Lost Sales Pemasok (Rp)
1784	5500	9.812.000

Tabel 4. 35 Total Biaya Setup Pemasok pada Produk Batik 2

Total Jumlah Setup (bulan)	Biaya Setup (Rp/unit)	Total Biaya Setup Pemasok (Rp)
24	5700	1.368.000

Tabel 4. 36 Total Biaya Keseluruhan Pemasok pada Produk Batik 2

PQ (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp)	Biaya Lost Sales Pemasok (Rp)	Biaya Setup Produksi (Rp)	Total Biaya Pemasok (Rp)
1848	15.507.000	9.812.000	1.368.000	161.687.000

4.7.3.3 Produk Batik 3

1. Hasil Perhitungan Biaya Pembeli

Hasil dari perhitungan biaya pembeli pada produk Batik 3 menggunakan *solver evolutionary* pada model tanpa koordinasi ditampilkan pada Tabel 4.37 sampai Tabel 4.42.

Tabel 4. 37 Hasil Optimasi Semua Pembeli pada Produk Batik 3

Pembeli	Jumlah Pemesanan up to R (unit)	Lead Time
<i>Buyer 1</i>	368	1
<i>Buyer 2</i>	95	1
<i>Buyer 3</i>	106	1
<i>Buyer 4</i>	42	1
<i>Buyer 5</i>	282	1

Tabel 4. 38 Hasil Total Biaya Penyimpanan Semua Pembeli pada Produk Batik 3

Pembeli	Total Persediaan Akhir (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp/unit)	Total Biaya Penyimpanan (Rp)
<i>Buyer 1</i>	170	2000	340.000
<i>Buyer 2</i>	99	2000	198.000
<i>Buyer 3</i>	101	2000	202.000
<i>Buyer 4</i>	140	2000	280.000
<i>Buyer 5</i>	152	2000	304.000

Tabel 4. 39 Hasil Total Biaya *Lost Sales* Semua Pembeli pada Produk Batik 3

Pembeli	Total Lost Sales (unit)	Biaya Lost Sales (Rp/unit)	Total Biaya Lost Sales (Rp)
<i>Buyer 1</i>	53	20.000	1.060.000
<i>Buyer 2</i>	0	25.000	-
<i>Buyer 3</i>	0	25.000	-
<i>Buyer 4</i>	0	35.000	-
<i>Buyer 5</i>	0	25.000	-

Tabel 4. 40 Hasil Total Biaya Pemesanan Semua Pembeli pada Produk Batik 3

Pembeli	Total Pemesanan (unit)	Biaya Pemesanan (Rp/4 unit)	Total Biaya Pemesanan (Rp)
<i>Buyer 1</i>	8294	13.000	27.105.000
<i>Buyer 2</i>	2086	8000	4.400.000
<i>Buyer 3</i>	2341	10.000	6.160.000
<i>Buyer 4</i>	835	8000	1.816.000
<i>Buyer 5</i>	6338	13.000	21.580.000

Tabel 4. 41 Total Biaya Pemesanan Antar Pembeli pada Produk Batik 3

Pembeli	Total Pemesanan (unit)	Biaya Pemesanan (Rp/unit)	Total Biaya Pemesanan (Rp)
<i>Buyer 1 to 5</i>	840	13.000	1.248.000

Pembeli	Total Pemesanan (unit)	Biaya Pemesanan (Rp/unit)	Total Biaya Pemesanan (Rp)
<i>Buyer 2 to 1</i>	2301	8000	768.000
<i>Buyer 3 to 1</i>	1921	8000	768.000
<i>Buyer 4 to 2</i>	1756	8000	768.000

Tabel 4. 42 Hasil Total Biaya Keseluruhan Pembeli pada Produk Batik 3

Pembeli	Jumlah Pemesanan up to R (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp)	Biaya Lost Sales (Rp)	Biaya Pemesanan ke Pemasok (Rp)	Biaya Pemesanan antar Pembeli (Rp)	Total Biaya Pembeli (Rp)
<i>Buyer 1</i>	368	340.000	1.060.000	27.105.000	1.248.000	31.789.287
<i>Buyer 2</i>	95	198.000	-	4.400.000	768.000	5.756.738
<i>Buyer 3</i>	106	202.000	-	6.160.000	768.000	7.167.135
<i>Buyer 4</i>	42	280.000	-	1.816.000	768.000	3.007.200
<i>Buyer 5</i>	282	304.000	-	21.580.000	-	22.943.129

2. Hasil Perhitungan Biaya Pemasok

Hasil dari perhitungan biaya pemasok pada produk Batik 3 menggunakan *solver evolutionary* pada model tanpa koordinasi dipaparkan pada Tabel 4.43 hingga Tabel 4.46.

Tabel 4. 43 Total Biaya Penyimpanan Pemasok pada Produk Batik 3

Total Penyimpanan Akhir (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp/unit)	Total Biaya Penyimpanan Pemasok (Rp)
21610	3500	75.635.000

Tabel 4. 44 Total Biaya *Lost Sales* Pemasok pada Produk Batik 3

Total <i>Lost Sales</i> Pemasok (unit)	Biaya <i>Lost Sales</i> Pemasok (Rp/unit)	Total Biaya <i>Lost Sales</i> Pemasok (Rp)
1861	5500	10.235.500

Tabel 4. 45 Total Biaya *Setup* Pemasok pada Produk Batik 3

Total Jumlah <i>Setup</i> (bulan)	Biaya <i>Setup</i> (Rp/unit)	Total Biaya <i>Setup</i> Pemasok (Rp)
24	5700	1.368.000

Tabel 4. 46 Total Biaya Keseluruhan Pemasok pada Produk Batik 3

<i>PQ</i> (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp)	Biaya <i>Lost</i> <i>Sales</i> Pemasok (Rp)	Biaya <i>Setup</i> Produksi (Rp)	Total Biaya Pemasok (Rp)
---------------------	------------------------------	--	--	-----------------------------

830	75.635.000	10.235.500	1.368.000	87.238.500
-----	------------	------------	-----------	------------

4.7.3.4 Produk Batik 4

1. Hasil Perhitungan Biaya Pembeli

Pada Tabel 4.47 sampai Tabel 4.52 menampilkan hasil dari perhitungan biaya pembeli pada produk Batik 4 menggunakan *solver evolutionary* pada model tanpa koordinasi.

Tabel 4. 47 Hasil Optimasi Semua Pembeli pada Produk Batik 4

Pembeli	Jumlah Pemesanan up to R (unit)	Lead Time
<i>Buyer 1</i>	197	1
<i>Buyer 2</i>	210	1
<i>Buyer 3</i>	250	1
<i>Buyer 4</i>	167	1
<i>Buyer 5</i>	551	1

Tabel 4. 48 Hasil Total Biaya Penyimpanan Semua Pembeli pada Produk Batik 4

Pembeli	Total Persediaan Akhir (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp/unit)	Total Biaya Penyimpanan (Rp)
<i>Buyer 1</i>	151	2000	302.000
<i>Buyer 2</i>	179	2000	358.000
<i>Buyer 3</i>	68	2000	136.000
<i>Buyer 4</i>	82	2000	164.000
<i>Buyer 5</i>	218	2000	436.000

Tabel 4. 49 Hasil Total Biaya *Lost Sales* Semua Pembeli pada Produk Batik 4

Pembeli	Total Lost Sales (unit)	Biaya Lost Sales (Rp/unit)	Total Biaya Lost Sales (Rp)
<i>Buyer 1</i>	0	20.000	-
<i>Buyer 2</i>	0	25.000	-
<i>Buyer 3</i>	6	25.000	150.000
<i>Buyer 4</i>	0	35.000	-
<i>Buyer 5</i>	0	25.000	-

Tabel 4. 50 Hasil Total Biaya Pemesanan Semua Pembeli pada Produk Batik 4

Pembeli	Total Pemesanan (unit)	Biaya Pemesanan (Rp/4 unit)	Total Biaya Pemesanan (Rp)
<i>Buyer 1</i>	4380	13.000	14.963.000
<i>Buyer 2</i>	4670	8000	9.800.000
<i>Buyer 3</i>	5684	10.000	14.920.000
<i>Buyer 4</i>	3762	8000	7.896.000
<i>Buyer 5</i>	12461	13.000	42.380.000

Tabel 4. 51 Total Biaya Pemesanan Antar Pembeli pada Produk Batik 4

Pembeli	Total Pemesanan (unit)	Biaya Pemesanan (Rp/unit)	Total Biaya Pemesanan (Rp)
<i>Buyer 1 to 5</i>	1080	13.000	1.248.000
<i>Buyer 2 to 1</i>	1293	8000	768.000
<i>Buyer 3 to 1</i>	1630	8000	768.000
<i>Buyer 4 to 2</i>	1437	8000	768.000

Tabel 4. 52 Hasil Total Biaya Keseluruhan Pembeli pada Produk Batik 4

Pembeli	Jumlah Pemesanan up to R (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp)	Biaya Lost Sales (Rp)	Biaya Pemesanan ke Pemasok (Rp)	Biaya Pemesanan antar Pembeli (Rp)	Total Biaya Pembeli (Rp)
<i>Buyer 1</i>	197	302.000	-	14.963.000	1.248.000	17.951.633
<i>Buyer 2</i>	210	358.000	-	9.800.000	768.000	11.147.555
<i>Buyer 3</i>	250	136.000	150.000	14.920.000	768.000	16.087.105
<i>Buyer 4</i>	167	164.000	-	7.896.000	768.000	9.107.553
<i>Buyer 5</i>	551	436.000	-	42.380.000	-	43.901.267

2. Hasil Perhitungan Biaya Pemasok

Hasil dari perhitungan biaya pemasok pada produk Batik 4 menggunakan *solver evolutionary* pada model tanpa koordinasi dipaparkan pada Tabel 4.53 hingga Tabel 4.56.

Tabel 4. 53 Total Biaya Penyimpanan Pemasok pada Produk Batik 4

Total Penyimpanan Akhir (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp/unit)	Total Biaya Penyimpanan Pemasok (Rp)
29766	3500	104.181.000

Tabel 4. 54 Total Biaya *Lost Sales* Pemasok pada Produk Batik 4

Total Lost Sales Pemasok (unit)	Biaya Lost Sales Pemasok (Rp/unit)	Total Biaya Lost Sales Pemasok (Rp)
3155	5500	17.352.500

Tabel 4. 55 Total Biaya *Setup* Pemasok pada Produk Batik 4

Total Jumlah Setup (bulan)	Biaya Setup (Rp/unit)	Total Biaya Setup Pemasok (Rp)
24	5700	1.368.000

Tabel 4. 56 Total Biaya Keseluruhan Pemasok pada Produk Batik 4

<i>PQ</i> (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp)	Biaya <i>Lost</i> <i>Sales</i> Pemasok (Rp)	Biaya <i>Setup</i> Produksi (Rp)	Total Biaya Pemasok (Rp)
1365	104.181.000	17.352.500	1.368.000	122.901.500

4.7.3.5 Produk Batik 5

1. Hasil Perhitungan Biaya Pembeli

Tabel 4.57 hingga Tabel 4.62 memaparkan hasil dari perhitungan biaya pembeli pada produk Batik 5 menggunakan *solver evolutionary* pada model tanpa koordinasi.

Tabel 4. 57 Hasil Optimasi Semua Pembeli pada Produk Batik 5

Pembeli	Jumlah Pemesanan <i>up to R</i> (unit)	<i>Lead Time</i>
<i>Buyer 1</i>	328	1
<i>Buyer 2</i>	448	1
<i>Buyer 3</i>	193	1
<i>Buyer 4</i>	50	1
<i>Buyer 5</i>	360	1

Tabel 4. 58 Hasil Total Biaya Penyimpanan Semua Pembeli pada Produk Batik 5

Pembeli	Total Persediaan Akhir (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp/unit)	Total Biaya Penyimpanan (Rp)
<i>Buyer 1</i>	167	2000	334.000
<i>Buyer 2</i>	274	2000	548.000
<i>Buyer 3</i>	75	2000	150.000
<i>Buyer 4</i>	192	2000	384.000
<i>Buyer 5</i>	138	2000	276.000

Tabel 4. 59 Hasil Total Biaya *Lost Sales* Semua Pembeli pada Produk Batik 5

Pembeli	Total <i>Lost Sales</i> (unit)	Biaya <i>Lost Sales</i> (Rp/unit)	Total Biaya <i>Lost</i> <i>Sales</i> (Rp)
<i>Buyer 1</i>	1	20.000	20.000
<i>Buyer 2</i>	67	25.000	548.000
<i>Buyer 3</i>	2	25.000	150.000
<i>Buyer 4</i>	0	35.000	-
<i>Buyer 5</i>	30	25.000	750.000

Tabel 4. 60 Hasil Total Biaya Pemesanan Semua Pembeli pada Produk Batik 5

Pembeli	Total Pemesanan (unit)	Biaya Pemesanan (Rp/4 unit)	Total Biaya Pemesanan (Rp)
<i>Buyer 1</i>	7377	13.000	24.076.000

Pembeli	Total Pemesanan (unit)	Biaya Pemesanan (Rp/4 unit)	Total Biaya Pemesanan (Rp)
<i>Buyer 2</i>	10057	8000	21.008.000
<i>Buyer 3</i>	4369	10.000	13.244.982
<i>Buyer 4</i>	958	8000	2.064.000
<i>Buyer 5</i>	8149	13.000	27.729.000

Tabel 4. 61 Total Biaya Pemesanan Antar Pembeli pada Produk Batik 5

Pembeli	Total Pemesanan (unit)	Biaya Pemesanan (Rp/unit)	Total Biaya Pemesanan (Rp)
<i>Buyer 1 to 5</i>	1552	13.000	1.248.000
<i>Buyer 2 to 1</i>	1353	8000	768.000
<i>Buyer 3 to 1</i>	1061	8000	1.536.000
<i>Buyer 3 to 5</i>	945	8000	
<i>Buyer 4 to 2</i>	2755	8000	768.000

Tabel 4. 62 Hasil Total Biaya Keseluruhan Pembeli pada Produk Batik 5

Pembeli	Jumlah Pemesanan up to R (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp)	Biaya Lost Sales (Rp)	Biaya Pemesanan ke Pemasok (Rp)	Biaya Pemesanan antar Pembeli (Rp)	Total Biaya Pembeli (Rp)
<i>Buyer 1</i>	328	334.000	20.000	24.076.000	1.248.000	27.526.663
<i>Buyer 2</i>	448	548.000	548.000	21.008.000	768.000	25.122.763
<i>Buyer 3</i>	193	150.000	150.000	13.244.982	1.536.000	13.244.982
<i>Buyer 4</i>	50	384.000	-	2.064.000	768.000	3.625.290
<i>Buyer 5</i>	360	276.000	750.000	27.729.000	-	30.528.225

2. Hasil Perhitungan Biaya Pemasok

Hasil dari perhitungan biaya pemasok pada produk Batik 5 menggunakan *solver evolutionary* pada model tanpa koordinasi berada pada Tabel 4.63 hingga Tabel 4.66.

Tabel 4. 63 Total Biaya Penyimpanan Pemasok pada Produk Batik 5

Total Penyimpanan Akhir (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp/unit)	Total Biaya Penyimpanan Pemasok (Rp)
34220	3500	119.770.000

Tabel 4. 64 Total Biaya *Lost Sales* Pemasok pada Produk Batik 5

Total Lost Sales Pemasok (unit)	Biaya Lost Sales Pemasok (Rp/unit)	Total Biaya Lost Sales Pemasok (Rp)
155	5500	852.500

Tabel 4. 65 Total Biaya *Setup* Pemasok pada Produk Batik 5

Total Jumlah <i>Setup</i> (bulan)	Biaya <i>Setup</i> (Rp/unit)	Total Biaya <i>Setup</i> Pemasok (Rp)
24	5700	1.368.000

Tabel 4. 66 Total Biaya Keseluruhan Pemasok pada Produk Batik 5

PQ (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp)	Biaya <i>Lost Sales</i> Pemasok (Rp)	Biaya <i>Setup</i> Produksi (Rp)	Total Biaya Pemasok (Rp)
1337	119.770.000	852.500	1.368.000	121.990.500

4.7.4 Rangkuman Perhitungan Model Tanpa Koordinasi

Berikut merupakan rangkuman dari hasil optimasi pemesanan dan perhitungan seluruh pembeli dan pemasok pada seluruh produk dengan menggunakan *solver evolutionary* pada model dengan koordinasi:

4.7.4.1 Produk Batik 1

Tabel 4.67. merupakan hasil dari optimasi pemesanan dan perhitungan biaya pembeli pada produk Batik 1 menggunakan *solver evolutionary* pada model dengan koordinasi.

Tabel 4. 67 Hasil Total Biaya Pembeli pada Model dengan Koordinasi Produk Batik 1

Pembeli	Jumlah Pemesanan <i>up to R</i> (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp)	Biaya <i>Lost Sales</i> (Rp)	Biaya Pemesanan ke Pemasok (Rp)	Biaya Pemesanan antar Pembeli (Rp)	Total Biaya Pembeli (Rp)
Buyer 1	412	334.000	400.000	31.681.000	1.248.000	36.812.241
Buyer 2	196	246.000	700.000	9.208.000	768.000	11.714.603
Buyer 3	120	158.000	-	7.040.000	768.000	8.207.825
Buyer 4	40	274.000	-	1.784.000	768.000	2.906.743
Buyer 5	95	132.000	300.000	7.267.000	-	8.533.058

Hasil optimasi produksi dan perhitungan biaya pada pemasok pada produk Batik 1 menggunakan *solver evolutionary* pada model dengan koordinasi dipaparkan pada Tabel 4.68 dibawah ini dan Tabel 4.69 merupakan tabel hasil dari total biaya gabungan produk batik 1.

Tabel 4. 68 Hasil Total Biaya Pemasok pada Model dengan Koordinasi Produk Batik 1

PQ (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp)	Biaya <i>Lost Sales</i> Pemasok (Rp)	Biaya <i>Setup</i> Produksi (Rp)	Total Biaya Pemasok (Rp)
804	72.866.500	11.187.000	1.368.000	85.421.500

Tabel 4. 69 Hasil Total Biaya Gabungan Produk Batik 1

Total Biaya Semua Pembeli (Rp)	Total Biaya Semua Pemasok (Rp)	Total Biaya Gabungan (Rp)
68.174.471	85.421.500	153.505.971

Berdasarkan hasil optimasi yang tertera diatas, diperoleh nilai R yang mengacu kepada pemesanan menuju angka R yang optimal pada setiap pembeli, dan diperoleh besar produksi yang optimal pada pemasok pada setiap periodenya, melalui optimasi tersebut didapatkan biaya dari keseluruhan pembeli sebesar Rp68.174.471 dan biaya dari pemasok Rp85.421.500 sehingga didapatkan total biaya gabungan dari pihak pembeli dan pemasok pada produk batik 1 yaitu sebesar Rp153.505.971.

4.7.4.2 Produk Batik 2

Tabel 4.70 merupakan hasil dari optimasi pemesanan dan perhitungan biaya pembeli pada produk Batik 2 menggunakan *solver evolutionary* pada model dengan koordinasi.

Tabel 4. 70 Hasil Total Biaya Pembeli pada Model dengan Koordinasi Produk Batik 2

Pembeli	Jumlah Pemesanan up to R (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp)	Biaya Lost Sales (Rp)	Biaya Pemesanan ke Pemasok (Rp)	Biaya Pemesanan antar Pembeli (Rp)	Total Biaya Pembeli (Rp)
<i>Buyer 1</i>	392	382.000	60.000	28.808.000	1.248.000	32.234.692
<i>Buyer 2</i>	476	512.000	50.000	22.400.000	768.000	24.106.486
<i>Buyer 3</i>	341	170.000	-	20.290.000	768.000	21.316.450
<i>Buyer 4</i>	340	110.000	35.000	16.232.000	768.000	17.316.450
<i>Buyer 5</i>	309	134.000	100.000	23.998.000	-	25.241.667

Tabel 4.71 dan Tabel 4.72 merupakan hasil optimasi produksi dan perhitungan biaya pada pemasok pada produk Batik 2 menggunakan *solver evolutionary* pada model dengan koordinasi.

Tabel 4. 71 Hasil Total Biaya Pemasok pada Model dengan Koordinasi Produk Batik 2

PQ (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp)	Biaya Lost Sales Pemasok (Rp)	Biaya Setup Produksi (Rp)	Total Biaya Pemasok (Rp)
1847	150.808.000	9.196.000	1.368.000	161.372.000

Tabel 4. 72 Hasil Total Biaya Gabungan Produk Batik 2

Total Biaya Semua Pembeli (Rp)	Total Biaya Semua Pemasok (Rp)	Total Biaya Gabungan (Rp)
120.215.744	161.372.000	281.587.743

Berdasarkan hasil optimasi yang tertera diatas, diperoleh nilai R yang mengacu kepada pemesanan menuju angka R yang optimal pada setiap pembeli, dan diperoleh besar produksi yang optimal pada pemasok pada setiap periodenya, melalui optimasi tersebut didapatkan biaya dari keseluruhan pembeli sebesar Rp120.215.744 dan biaya dari pemasok Rp161.372.000 sehingga didapatkan total biaya gabungan dari pihak pembeli dan pemasok pada produk batik 2 yaitu sebesar Rp281.587.743.

4.7.4.3 Produk Batik 3

Hasil dari optimasi pemesanan dan perhitungan biaya pembeli pada produk Batik 3 menggunakan *solver evolutionary* pada model dengan koordinasi dipaparkan pada Tabel 4.73.

Tabel 4. 73 Hasil Total Biaya Pembeli pada Model dengan Koordinasi Produk Batik 3

Pembeli	Jumlah Pemesanan up to R (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp)	Biaya Lost Sales (Rp)	Biaya Pemesanan ke Pemasok (Rp)	Biaya Pemesanan antar Pembeli (Rp)	Total Biaya Pembeli (Rp)
<i>Buyer 1</i>	364	174.000	1.160.000	27.027.000	1.248.000	31.635.432
<i>Buyer 2</i>	95	198.000	-	4.400.000	768.000	5.756.738
<i>Buyer 3</i>	105	156.000	-	6.150.000	768.000	7.110.844
<i>Buyer 4</i>	42	280.000	-	1.816.000	768.000	3.007.200
<i>Buyer 5</i>	281	258.000	-	21.580.000	-	22.894.903

Tabel 4.74 dan Tabel 4.75 merupakan hasil optimasi produksi dan perhitungan biaya pada pemasok pada produk Batik 3 menggunakan *solver evolutionary* pada model dengan koordinasi.

Tabel 4. 74 Hasil Total Biaya Pemasok pada Model dengan Koordinasi Produk Batik 3

PQ (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp)	Biaya Lost Sales Pemasok (Rp)	Biaya Setup Produksi (Rp)	Total Biaya Pemasok (Rp)
829	75.250.000	10.708.500	1.368.000	87.326.500

Tabel 4. 75 Hasil Total Biaya Gabungan Produk Batik 3

Total Biaya Semua Pembeli (Rp)	Total Biaya Semua Pemasok (Rp)	Total Biaya Gabungan (Rp)
70.405.117	87.326.500	157.731.617

Berdasarkan hasil optimasi yang tertera diatas, diperoleh nilai R yang mengacu kepada pemesanan menuju angka R yang optimal pada setiap pembeli, dan diperoleh besar produksi yang optimal pada pemasok pada setiap periodenya, melalui optimasi tersebut didapatkan biaya dari keseluruhan pembeli sebesar Rp70.405.117 dan biaya dari pemasok Rp87.326.500 sehingga didapatkan total biaya gabungan dari pihak pembeli dan pemasok pada produk batik 3 yaitu sebesar Rp157.731.617.

4.7.4.4 Produk Batik 4

Hasil dari optimasi pemesanan dan perhitungan biaya pembeli pada produk Batik 4 menggunakan *solver evolutionary* pada model dengan koordinasi dipaparkan pada Tabel 4.76.

Tabel 4. 76 Hasil Total Biaya Pembeli pada Model dengan Koordinasi Produk Batik 4

Pembeli	Jumlah Pemesanan up to R (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp)	Biaya Lost Sales (Rp)	Biaya Pemesanan ke Pemasok (Rp)	Biaya Pemesanan antar Pembeli (Rp)	Total Biaya Pembeli (Rp)
Buyer 1	196	260.000	20.000	14.937.000	1.248.000	17.899.451
Buyer 2	208	270.000	50.000	9.784.000	768.000	11.092.460
Buyer 3	250	136.000	150.000	14.920.000	768.000	16.087.106
Buyer 4	166	122.000	70.000	7.896.000	768.000	9.136.440
Buyer 5	547	256.000	50.000	42.354.000	-	43.741.313

Tabel 4.77 dan Tabel 4.78 merupakan hasil optimasi produksi dan perhitungan biaya pada pemasok pada produk Batik 4 menggunakan *solver evolutionary* pada model dengan koordinasi.

Tabel 4. 77 Hasil Total Biaya Pemasok pada Model dengan Koordinasi Produk Batik 4

PQ (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp)	Biaya Lost Sales Pemasok (Rp)	Biaya Setup Produksi (Rp)	Total Biaya Pemasok (Rp)
1364	104.090.000	17.204.000	1.368.000	122.662.000

Tabel 4. 78 Hasil Total Biaya Gabungan Produk Batik 4

Total Biaya Semua Pembeli (Rp)	Total Biaya Semua Pemasok (Rp)	Total Biaya Gabungan (Rp)
97.956.769	122.662.000	220.618.768

Berdasarkan hasil optimasi yang tertera diatas, diperoleh nilai R yang mengacu kepada pemesanan menuju angka R yang optimal pada setiap pembeli, dan diperoleh besar produksi yang optimal pada pemasok pada setiap periodenya, melalui optimasi tersebut didapatkan biaya dari keseluruhan pembeli sebesar Rp97.956.769 dan biaya dari pemasok Rp122.662.000 sehingga didapatkan total biaya gabungan dari pihak pembeli dan pemasok pada produk batik 4 yaitu sebesar Rp220.618.768.

4.7.4.5 Produk Batik 5

Hasil dari optimasi pemesanan dan perhitungan biaya pembeli pada produk Batik 5 menggunakan *solver evolutionary* pada model dengan koordinasi ditampilkan pada Tabel 4.79 dibawah ini:

Tabel 4. 79 Hasil Total Biaya Pembeli pada Model dengan Koordinasi Produk Batik 5

Pembeli	Jumlah Pemesanan up to R (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp)	Biaya Lost Sales (Rp)	Biaya Pemesanan ke Pemasok (Rp)	Biaya Pemesanan antar Pembeli (Rp)	Total Biaya Pembeli (Rp)
<i>Buyer 1</i>	327	290.000	20.000	24.076.000	1.248.000	27.479.495
<i>Buyer 2</i>	444	372.000	1.775.000	20.992.000	768.000	25.026.455
<i>Buyer 3</i>	193	150.000	50.000	11.480.000	1.536.000	13.244.982
<i>Buyer 4</i>	50	644.000	-	2.064.000	768.000	3.625.290
<i>Buyer 5</i>	358	184.000	750.000	27.729.000	-	30.430.552

Tabel 4.80 dan Tabel 4.81 merupakan hasil optimasi produksi dan perhitungan biaya pada pemasok pada produk Batik 5 menggunakan *solver evolutionary* pada model dengan koordinasi.

Tabel 4. 80 Hasil Total Biaya Pemasok pada Model dengan Koordinasi Produk Batik 5

PQ (unit)	Biaya Penyimpanan (Rp)	Biaya Lost Sales Pemasok (Rp)	Biaya Setup Produksi (Rp)	Total Biaya Pemasok (Rp)
1328	111.104.000	7.958.500	1.368.000	120.430.500

Tabel 4. 81 Hasil Total Biaya Gabungan Produk Batik 5

Total Biaya Semua Pembeli (Rp)	Total Biaya Semua Pemasok (Rp)	Total Biaya Gabungan (Rp)
99.806.774	120.430.500	220.237.274

Berdasarkan hasil optimasi yang tertera diatas, diperoleh nilai R yang mengacu kepada pemesanan menuju angka R yang optimal pada setiap pembeli, dan diperoleh besar produksi yang optimal pada pemasok pada setiap periodenya, melalui optimasi tersebut didapatkan biaya dari keseluruhan pembeli sebesar Rp99.806.774 dan biaya dari pemasok Rp120.430.500 sehingga didapatkan total biaya gabungan dari pihak pembeli dan pemasok pada produk batik 5 yaitu sebesar Rp220.237.274.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Perbandingan Variabel Keputusan

Berdasarkan hasil dari perhitungan yang telah dilakukan pada bab Pengumpulan dan Pengolahan Data dilakukan pembahasan yang berisikan penjelasan dari hasil analisis perhitungan dari permintaan pelanggan kepada pembeli yang telah di optimasi pada langkah pertama yang digunakan sebagai permintaan pelanggan kepada pembeli pada model dengan nilai *joint total cost* terkecil yaitu model dengan koordinasi dengan model dasar yang terjadi pada UMKM tersebut, hasil analisis ini yang ditujukan untuk mengetahui perbedaan antara model yang telah dioptimasi dengan model yang saat ini digunakan dan terjadi pada UMKM. Pada model pertama yaitu model dasar yang merupakan model yang saat ini terjadi dan digunakan pada UMKM Batik X. Kemudian pada model kedua yakni model dengan koordinasi yang merupakan model dimana kedua pihak yaitu pembeli dan pemasok melakukan optimasi secara bersamaan untuk mempertimbangkan total biaya gabungan pada rantai pasok tersebut. Berikut dibawah ini pada Tabel 5.1 merupakan hasil perbandingan pemesanan menuju angka R yang optimal pada pembeli dalam model dasar dan model dengan koordinasi.

Tabel 5. 1 Hasil Perbandingan Variabel Keputusan Pembeli antara Kedua Model

Jenis Produk	Pihak	Model Dasar	Model dengan Koordinasi
		Jumlah Pemesanan <i>up to R (unit)</i>	Jumlah Pemesanan <i>up to R (unit)</i>
Produk Batik 1	Pembeli 1	440	412
	Pembeli 2	440	196
	Pembeli 3	220	120
	Pembeli 4	220	40
	Pembeli 5	440	95
Produk Batik 2	Pembeli 1	440	392
	Pembeli 2	440	476
	Pembeli 3	220	341
	Pembeli 4	220	340
	Pembeli 5	440	309
Produk Batik 3	Pembeli 1	330	364
	Pembeli 2	440	95
	Pembeli 3	440	105
	Pembeli 4	550	42
	Pembeli 5	660	281
Produk Batik 4	Pembeli 1	220	196
	Pembeli 2	220	208
	Pembeli 3	330	250

Jenis Produk	Pihak	Model Dasar	Model dengan Koordinasi
		Jumlah Pemesanan <i>up to R</i> (unit)	Jumlah Pemesanan <i>up to R</i> (unit)
Produk Batik 5	Pembeli 4	440	166
	Pembeli 5	440	547
	Pembeli 1	330	327
	Pembeli 2	220	444
	Pembeli 3	440	193
	Pembeli 4	440	50
	Pembeli 5	440	358

Pada tabel 5.1 terdapat variabel keputusan pada kedua model dalam penelitian yaitu jumlah pemesanan dilakukan hingga persediaan pada pembeli tersebut mencapai nilai R yang menandakan jumlah pemesanan tidak selalu tetap atau sama. Melalui perbandingan pada tabel 5.1 dapat dilihat pada semua produk batik mengalami perbedaan jumlah pemesanan hingga nilai R yang optimal pada kedua model yaitu adanya penurunan dan ada beberapa mengalami peningkatan nilai R untuk mencapai nilai yang optimal. Optimalisasi nilai R dapat dilihat pada produk batik 1, produk batik 2, produk batik 3, produk batik 4, produk batik 5. Sebagai contoh pada produk batik 2 penurunan nilai R terdapat pada pembeli 1 yang awalnya 440 menjadi 392, pada pembeli 2 dengan nilai R awal 440 menjadi 476, pembeli 3 yaitu dari 220 menjadi 342, pada pembeli 4 dengan nilai R awal 220 menjadi 34, dan pada pembeli 5 yaitu dari 440 menjadi 309.

Berdasarkan hasil dari optimasi menggunakan *Ms. Excel* pada *solver evolutionary* untuk variabel keputusan *production quantity* pada pemasok yang merupakan jumlah produk yang diproduksi pemasok dalam satu siklus produksi dengan mempertimbangkan nilai R dari pembeli untuk menjaga efisiensi produksi dan kemampuan pemasok untuk memenuhi permintaan secara tepat waktu. Melalui tabel 5.1 dapat diketahui nilai R yang beragam pada setiap produk dari setiap pembeli, maka peran *solver evolutionary* yaitu menemukan nilai optimal untuk pemasok melakukan produksi pada setiap produk yang nantinya akan berpengaruh pada biaya total dari pemasok berdasarkan batasan-batasan yang telah ditentukan. Tabel 5.2 dibawah ini merupakan hasil perbandingan jumlah *production quantity* pada pembeli dalam model dasar dan model dengan koordinasi.

Tabel 5. 2 Hasil Perbandingan Variabel Keputusan Pemasok antara Kedua Model

Jenis Produk	Pihak	Model Dasar	Model dengan Koordinasi
		<u>PQ (unit)</u>	<u>PQ (unit)</u>

Produk Batik 1	Vendor	660	804
Produk Batik 2		660	1847
Produk Batik 3		660	829
Produk Batik 4		660	1364
Produk Batik 5		660	1328

Pada tabel 5.2 terdapat variabel keputusan pada kedua model dalam penelitian yaitu *production quantity* pada pemasok yang merupakan jumlah produk yang diproduksi pemasok dalam satu siklus produksi. Melalui tabel 5.2 dapat dilihat adanya perbedaan jumlah *production quantity* pada pemasok yang optimal pada kedua model yaitu adanya peningkatan nilai *production quantity* yang optimal. Peningkatan nilai *production quantity* dapat dilihat pada produk batik 1, produk batik 2, produk batik 3, produk batik 4, produk batik 5. Pada produk batik 1 peningkatan nilai *production quantity* yang berawal 660 menjadi 804, produk batik 2 peningkatan nilai *production quantity* yang awalnya 660 menjadi 1847, pada produk batik 3 dengan nilai *production quantity* awal 660 menjadi 829, produk batik 4 yaitu dari 660 menjadi 1364, pada produk batik 5 dengan nilai *production quantity* awal 660 menjadi 1328.

Berdasarkan tabel 5.1 dan 5.2 dapat diketahui bahwa pada model dengan koordinasi mampu mengoptimalkan nilai R dan nilai *production quantity* yang ditandai dari optimalisasi nilai R dan angka *production quantity* jika dibandingkan pada model dasar. Optimalisasi ini menunjukkan bahwa dengan adanya koordinasi antar buyer dan penerapan *lateral transshipment*, permintaan dapat dilihat secara kolektif dan lebih terstruktur, sehingga pemasok mampu merencanakan produksi dalam jumlah yang lebih besar per siklus. Hal ini memungkinkan pemasok memanfaatkan efisiensi skala produksi, menurunkan biaya tetap per unit, serta mengurangi frekuensi produksi, yang secara keseluruhan berkontribusi pada penurunan total biaya dalam sistem rantai pasok. Tetapi, perhitungan nilai optimal yang dilakukan dihitung berdasarkan data dan perhitungan matematis saja dan belum mempertimbangkan kondisi pekerja yang bekerja di pemasok seperti beban kerja tiap pekerja, kondisi kesehatan mental pekerja, dan kemampuan tenaga kerja. Seperti dengan meningkatnya nilai *production quantity* pada pemasok dapat membuat pekerja memproduksi produk batik menjadi lebih besar yang dapat menambah tekanan kerja pada karyawan disebabkan seperti meningkatkan waktu *deadline* karena jumlah produksi yang lebih besar dan menjadikan jadwal produksi lebih padat dan berganti-ganti disaat pekerja harus cepat menyelesaikan satu *batch* jenis produk batik dengan cepat agar bisa dilanjutkan ke *batch* jenis produk berikutnya yang pada UMKM Batik X memiliki 5 jenis produk batik dan 5 permintaan pembeli, dengan perubahan aktivitas yang cepat dikarenakan sering terjadinya

transisi antar pekerjaan dan memenuhi *deadline* dapat membuat pekerja cepat lelah secara fisik dan mental. Oleh karena itu dengan nilai R dan *production quantity* yang optimal tetapi tidak diimbangi penyesuaian sistem kerja yang mendukung dapat menyebabkan penambahan beban kerja dan tekanan pada pekerja.

5.2 Analisis Perbandingan Total Biaya Pembeli

Berikut merupakan hasil perbandingan total biaya yang perlu dikeluarkan oleh pembeli pada model dasar dan model dengan koordinasi berdasarkan hasil optimasi menggunakan *solver evolutionary* pada variabel keputusan jumlah pemesanan hingga nilai R dan pada periode pemesanan. Hasil perbandingan total biaya pada pembeli dalam model dasar dan model dengan koordinasi dipaparkan pada Tabel 5.3 dibawah ini dan pada Tabel 5.4 merupakan penjumlahan hasil dari total biaya pembeli pada setiap produk batik.

Tabel 5. 3 Hasil Perbandingan Total Biaya Pembeli

Jenis Produk	Pihak	Model Dasar (Rp)	Model Dengan Koordinasi (Rp)
Produk Batik 1	Pembeli 1	38.319.801	36.812.241
	Pembeli 2	24.256.157	11.714.603
	Pembeli 3	13.205.057	8.207.825
	Pembeli 4	11.736.000	2.906.743
	Pembeli 5	27.361.425	8.533.058
Produk Batik 2	Pembeli 1	34.620.215	32.234.692
	Pembeli 2	38.946.247	24.106.486
	Pembeli 3	83.189.183	21.316.450
	Pembeli 4	108.445.720	17.316.450
	Pembeli 5	31.839.583	25.241.667
Produk Batik 3	Pembeli 1	43.213.044	31.635.432
	Pembeli 2	23.520.450	5.756.738
	Pembeli 3	23.445.479	7.110.844
	Pembeli 4	28.604.100	3.007.200
	Pembeli 5	42.467.435	22.894.903
Produk Batik 4	Pembeli 1	19.207.258	17.899.451
	Pembeli 2	11.641.369	11.092.460
	Pembeli 3	19.994.578	16.087.106
	Pembeli 4	22.724.450	9.136.440
	Pembeli 5	95.044.560	43.741.313
Produk Batik 5	Pembeli 1	27.634.935	27.479.495
	Pembeli 2	143.679.926	25.026.455
	Pembeli 3	25.199.140	13.244.982
	Pembeli 4	22.882.295	3.625.290
	Pembeli 5	34.711.191	30.430.552

Tabel 5. 4 Penjumlahan Hasil Total Biaya Pembeli pada Setiap Produk Batik

Jenis Produk	Pihak	Model Dasar (Rp)	Model Dengan Koordinasi (Rp)
--------------	-------	------------------	------------------------------

Jenis Produk	Pihak	Model Dasar (Rp)	Model Dengan Koordinasi (Rp)
Produk Batik 1	Semua Pembeli	114.878.440	68.174.471
Produk Batik 2	Semua Pembeli	297.040.948	120.215.744
Produk Batik 3	Semua Pembeli	161.250.508	70.405.117
Produk Batik 4	Semua Pembeli	168.612.215	97.956.769
Produk Batik 5	Semua Pembeli	254.107.487	99.806.774

Pada tabel 5.4 merangkum total biaya yang perlu dikeluarkan oleh tiap-tiap pembeli untuk setiap produk batik pada kedua model yang didapatkan melalui minimasi di *solver Evolutionary*. Berdasarkan tabel 5.3 pada model dengan koordinasi total biaya pembeli untuk setiap produk dapat diketahui mengalami penurunan total biaya dari model tanpa koordinasi yang merupakan model dengan optimasi gabungan. Sebagai contoh penurunan dapat dilihat pada produk batik 2 untuk pembeli 1 mengalami penurunan sebesar Rp2.385.523 dari sebesar Rp34.620.215 menjadi Rp32.234.692, selanjutnya pada pembeli 2 mengalami penurunan sebesar Rp14.839.761 yaitu dari sebesar Rp38.946.247 menjadi Rp24.106.486, kemudian pada pembeli 3 mengalami penurunan sebesar Rp61.872.733 yaitu berawal sebesar Rp83.189.183 menjadi Rp21.316.540, lalu pada pembeli 4 mengalami penurunan total biaya sebesar Rp91.129.270 yaitu dari sebesar Rp108.445.720 menjadi Rp17.316.450, dan pada pembeli 5 mengalami penurunan sebesar Rp6.597.916 yang berawal sebesar Rp31.839.583 menjadi Rp25.241.667. Berdasarkan penjabaran dari penurunan tersebut dapat diketahui pada tabel 5.4 penurunan total biaya semua pembeli pada produk batik 1 yaitu sebesar Rp46.703.969 yaitu dengan nilai sebesar Rp114.878.440 yang kemudian diminimalkan menjadi Rp68.174.471. Kemudian pada produk batik 2 penurunan sebesar Rp176.825.204 yaitu dengan nilai sebesar Rp297.040.948 yang kemudian diminimalkan menjadi Rp120.215.744. Selain pada produk batik 3, kondisi penurunan total biaya pembeli terdapat pada produk batik 3 yaitu penurunan sebesar Rp90.845.391 dengan nilai sebesar Rp161.250.508 yang kemudian diminimalkan menjadi Rp70.405.117, kemudian pada produk batik 4, yaitu penurunan sebesar Rp70.655.446 dengan nilai sebesar Rp168.612.215 yang kemudian diminimalkan menjadi Rp97.956.769, dan pada produk batik 5 yaitu penurunan sebesar Rp154.300.713 dengan nilai sebesar Rp254.107.487 yang kemudian diminimalkan menjadi Rp99.806.774.

Berdasarkan hasil total biaya pembeli pada kedua model dapat disimpulkan bahwa model dengan koordinasi yang merupakan optimasi bersamaan pada kedua pihak mampu menurunkan total biaya yang perlu dikeluarkan oleh pembeli dibandingkan model dasar yang

merupakan model yang saat ini terjadi atau digunakan oleh UMKM. Penurunan ini dapat membuktikan bahwa kerja sama atau adanya komunikasi antara pembeli dan pemasok dalam mengatur jumlah dan waktu pemesanan secara bersama-sama dapat membuat sistem rantai pasok menjadi lebih efisien. Selain dari koordinasi pemesanan, penurunan didukung oleh penerapan sistem *lateral transshipment* antar pembeli yang memungkinkan pembeli menghindari pemesanan ulang ke pemasok sehingga dapat menekan biaya logistik dan pemesanan. Kemudian model rantai pasok yang telah dibuat membantu dalam menentukan strategi persediaan pada pemasok yang lebih tepat dengan mempertimbangkan ketidakpastian permintaan dengan pendekatan probabilitas dalam kondisi permintaan yang fluktuatif, sistem dibuat lebih fleksibel dan mampu menyesuaikan ketersediaan stok secara lebih akurat dengan kebutuhan ril dari setiap pembeli. Tetapi, meskipun total biaya pembeli sudah optimal, model yang dibuat belum mempertimbangkan kondisi kerja pada pihak pemasok terutama pada kondisi pekerja, hal ini merupakan topik yang perlu diperhatikan agar efisiensi biaya tetap berjalan tanpa adanya pengorbanan pada kondisi manusia yang terlibat pada proses produksi.

5.3 Analisis Perbandingan Total Biaya Pemasok

Berikut merupakan hasil perbandingan total biaya yang perlu dikeluarkan oleh pemasok pada model tanpa koordinasi dan model dengan koordinasi berdasarkan hasil optimasi menggunakan *solver evolutionary* pada variabel keputusan *production quantity*. Berikut dibawah ini merupakan Tabel 5.5 yang berisikan hasil perbandingan total biaya pada pemasok dalam model dasar dan model dengan koordinasi:

Tabel 5. 5 Hasil Total Biaya Pemasok pada Setiap Produk Batik

Jenis Produk	Pihak	Model Dasar (Rp)	Model Dengan Koordinasi (Rp)
Produk Batik 1	Vendor	109.298.000	85.421.500
Produk Batik 2		197.341.000	161.372.000
Produk Batik 3		111.892.000	87.326.500
Produk Batik 4		162.434.000	122.662.000
Produk Batik 5		143.589.500	120.430.500

Pada tabel 5.5 merangkum total biaya yang perlu dikeluarkan oleh pemasok untuk setiap produk batik pada kedua model yang didapatkan melalui minimasi di *solver Evolutionary*. Berdasarkan tabel 5.5 pada model dengan koordinasi total biaya pemasok untuk setiap produk dapat diketahui mengalami penurunan total biaya dari model dasar yang merupakan model yang terjadi saat ini pada UMKM. Penurunan dapat dilihat pada produk batik 1 yang mengalami penurunan sebesar Rp23.876.500 yaitu dari sebesar Rp109.298.000

menjadi 85.421.500, selanjutnya pada produk batik 2 yang mengalami penurunan sebesar Rp35.969.000 yaitu dari sebesar Rp197.341.000 menjadi 161.372.000, kemudian pada produk batik 3 mengalami penurunan sebesar Rp24.565.500 yaitu dari sebesar Rp111.892.000 menjadi Rp87.326.500, kemudian pada produk 4 mengalami penurunan sebesar Rp39.772.000 yaitu dari sebesar Rp162.434.000 menjadi Rp122.662.000, dan pada produk batik 5 dengan penurunan sebesar Rp23.159.000 yaitu dari sebesar Rp143.589.500 yang kemudian di minimasi menjadi 120.430.500.

Berdasarkan rangkuman total biaya yang perlu dikeluarkan oleh pemasok, model dengan koordinasi dapat menurunkan total biaya pemasok dibandingkan model dasar. Namun, hasil yang didapatkan masih berfokus pada efisiensi dari biaya saja dan belum memperhitungkan aspek lainnya seperti kondisi kerja para pekerja di pemasok. Saat melakukan implementasi hasil optimasi efisiensi biaya dapat berdampak pada pola produksi yang lebih padat atau sering berubah-ubah karena harus memenuhi permintaan pelanggan secara bersamaan dengan 5 produk yang harus dihasilkan. Permasalahan ini dapat menyebabkan beban kerja pekerja yang tidak merata atau terlalu berat pada beberapa waktu. Dengan demikian, meskipun model yang dibuat telah mendapatkan hasil optimal bagi kedua pihak dari sisi biaya, perlu dilakukan pertimbangan kesejahteraan tenaga kerja pada pemasok agar dapat menjaga keseimbangan kerja serta memastikan keberlanjutan operasional tanpa mengorbankan kesehatan fisik dan mental pekerja.

5.4 Analisis Perbandingan Total Biaya Gabungan

Berdasarkan hasil total biaya yang telah didapatkan dari perbandingan variabel keputusan untuk pembeli dan pemasok yang terdapat pada tabel 5.1, tabel 5.2, tabel 5.4, dan tabel 5.5 kemudian dilakukan analisis perbandingan dari total biaya gabungan pada kedua model dan penghematan yang dihasilkan oleh model dengan koordinasi, Berikut dibawah ini merupakan rumus perhitungan yang digunakan untuk mengetahui penghematan yang dihasilkan dengan menggunakan model dengan koordinasi:

$$\text{Penghematan Total Biaya} = \frac{(\text{Model tanpa Koordinasi} - \text{Model dengan Koordinasi})}{\text{Model tanpa Koordinasi}} \times 100\%$$

Melalui rumusan diatas, didapatkan hasil persentase dari perhitungan seberapa besar penghematan yang didapatkan dari model dengan koordinasi. Berikut pada Tabel 5.6 merupakan hasil penghematan yang didapatkan dan hasil perbandingan total biaya gabungan untuk setiap produk pada kedua model:

Tabel 5. 6 Hasil Perbandingan Total Biaya Gabungan

Variabel	Jenis Produk	Model Dasar (Rp)	Model Dengan Koordinasi (Rp)	Penghematan Total Biaya Gabungan	
				Nilai Rupiah (Rp)	Persentase (%)
Total Biaya Gabungan	Produk Batik 1	224.176.442	153.595.971	70.580.471	31
	Produk Batik 2	494.381.949	281.587.744	212.794.205	43
	Produk Batik 3	273.142.508	157.731.617	115.410.891	42
	Produk Batik 4	330.946.216	220.618.769	110.327.447	33
	Produk Batik 5	397.696.987	220.237.274	177.459.713	45
Total		1.720.334.102	1.033.771.375	686.572.727	40

Pada tabel 5.6 diketahui bahwa dengan melakukan optimasi bersama atau model dengan koordinasi rantai pasok dapat menghemat total biaya gabungan sebesar Rp686.572.727 atau penghematan sebesar 40% dari total biaya gabungan model dasar yaitu dari sebesar Rp1.720.334.102 menjadi Rp1.033.771.375 dengan rincian pada produk batik 1 terjadi penghematan dikarenakan sebesar Rp70.580.471 yaitu dari sebesar Rp224.176.442 menjadi Rp153.595.961, pada produk batik 2 terdapat penghematan sebesar Rp212.794.205 yaitu dari sebesar Rp494.381.949 menjadi Rp281.587.744, kemudian pada produk batik 3 terdapat penghematan sebesar Rp115.410.891 yaitu dari sebesar Rp273.142.508 menjadi Rp157.731.617, selanjutnya pada produk batik 4 memiliki penghematan sebesar Rp110.327.447 yang berawal sebesar Rp330.946.216 menjadi Rp220.618.769, dan pada produk batik 5 terdapat penghematan sebesar Rp177.459.713 dengan total biaya gabungan awal sebesar Rp397.696.987 menjadi Rp220.237.274.

Berdasarkan hasil perbandingan total biaya gabungan pada kedua model dapat diketahui bahwa model dengan koordinasi melalui pendekatan *joint total cost* berhasil memberikan penghematan biaya melalui kerja sama antara pembeli dan pemasok serta pemanfaatan *lateral transshipment* antar pembeli. Strategi yang dilakukan juga mampu menyesuaikan keputusan persediaan dalam kondisi permintaan yang tidak pasti secara lebih efisien. Tetapi, perlu diperhatikan bahwa pada model ini hanya berfokus pada aspek ekonomi dan belum mempertimbangkan kondisi operasional dan tenaga kerja pada pihak pemasok, maka perlu dilanjutkan penyusunan strategi yang tidak hanya menekan pada penghematan biaya tetapi juga memperhatikan faktor keberlanjutan sumber daya manusia.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian yang ditujukan untuk menjawab rumusan masalah pada penelitian:

1. Minimasi *joint total cost* dalam skenario *multi buyer* dan *single vendor* serta *multi product* dilakukan dengan menerapkan sistem pengendalian persediaan *periodic review* (Sistem P) dengan pemesanan dilakukan hingga mencapai jumlah stok R yang berbeda untuk setiap pembeli dan produk yang didapatkan melalui optimasi menggunakan *solver evolutionary*. Selain itu, koordinasi yang tepat antara pembeli dan pemasok, serta penerapan mekanisme *lateral transshipment* antar buyer, terbukti efektif dalam mengurangi biaya logistik dan distribusi, khususnya dalam mengatasi ketidakseimbangan stok seperti *overstock* di satu lokasi dan *stockout* di lokasi lainnya. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa koordinasi antara pembeli dan pemasok dan pengaturan *lateral transshipment* yang tepat dapat menghemat total biaya gabungan sebesar Rp686.572.727 atau penghematan sebesar 40% dari total biaya gabungan model dasar dengan total biaya awal sebesar Rp1.720.344.102 menjadi Rp1.033.771.375 yang menandakan model yang dibuat pada penelitian ini berhasil meningkatkan efisiensi biaya secara keseluruhan.
2. Dalam menghadapi kondisi permintaan yang tidak pasti, dilakukan strategi persediaan dengan memanfaatkan sistem P melalui pendekatan *fuzzy arithmetic* untuk mengelola ketidakpastian permintaan yaitu dengan memaksimalkan probabilitas nilai keanggotaan permintaan. Kemudian model menetapkan nilai R yang adaptif terhadap fluktuasi permintaan, dengan nilai R yang adaptif membuat adanya penurunan nilai R melalui hasil optimasi pada sebagian besar produk yang menunjukkan bahwa sistem mampu menyesuaikan jumlah pemesanan lebih tepat yang kemudian dapat mencegah kelebihan ataupun kekurangan stok. Selanjutnya dengan melakukan *lateral transshipment* antar pembeli dapat menjadi salah satu solusi bagi pembeli untuk menghadapi lonjakan permintaan. Dengan strategi ini model dapat mempertahankan tingkat layanan dengan tetap mengontrol total biaya pada setiap pihak dalam kondisi permintaan yang tidak pasti.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan dan kesimpulan yang telah didapatkan, berikut merupakan saran dari peneliti untuk penelitian selanjutnya dengan topik yang serupa dengan mempertimbangkan aspek-aspek dibawah:

1. Pada model penelitian ini hanya berfokus pada efisiensi biaya tanpa mempertimbangkan beban kerja di pihak pemasok, maka disarankan untuk penelitian selanjutnya mengembangkan model yang mempertimbangkan keseimbangan beban kerja pada pekerja agar tidak terjadi kelelahan atau potensi gangguan mental pada pekerja.
2. Pada model penelitian ini hanya berfokus pada ketidakpastian permintaan, maka disarankan pada penelitian selanjutnya memaparkan pertimbangan ketidakpastian pada sisi produksi seperti kerusakan mesin, keterlambatan bahan baku, dan transportasi agar solusi yang dihasilkan lebih kuat untuk diimplementasikan pada dunia nyata.
3. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi UMKM Batik X Yogyakarta dalam mencari solusi dengan topik terkait untuk menentukan kebijakan produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, S., & Sumasto, F. (2020). *Modul Manajemen Persediaan* (1st ed.). POLITEKNIK STMI JAKARTA.
- Aljazzar, S. M., Aljazzar, S., & Gurtu, A. (2019). Observations on “a joint economic-lot-size model for purchaser and vendor” Amulya Gurtu*. In *Management Research Review, the Journal of Cleaner Production* (Vol. 5, Issue 3).
- Asih, H. M., Rahman, S. A., Usandi, K., Saputra, Q. A. E., & Marza, A. Della. (2023). Enhancing logistics efficiency: A case study of genetic algorithm-based route optimization in distribution problem. *OPSI*, 16(2), 208. <https://doi.org/10.31315/opsi.v16i2.8962>
- Chopra, Sunil., & Meindl, Peter. (2016). *Supply chain management : strategy, planning, and operation*. Pearson.
- Christopher, M. (2011). *Logistics & Supply Chain Management* (4th ed.). Pearson Education .
- Fonseca, C. M., & Fleming, P. J. (1995). *An Overview of Evolutionary Algorithms in Multiobjective Optimization* . 3.
- Hayati, E. N. (2014). Supply Chain Management (SCM) dan Logistic Management. *DINAMIKA TEKNIK*, 8.
- 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>
- Jauhari, W. A., Purnasari, D. A., & Rosyidi, C. N. (2021). Inventory and sales decisions in a vendor–buyer system with imperfect items and learning in inspection. *Journal of Control and Decision*, 8(4), 453–463. <https://doi.org/10.1080/23307706.2021.1899064>
- Kahraman, C. (2014). *Supply Chain Management Under Fuzziness* (B. Öztayşi, Ed.; Vol. 313). Springer .
- Liao, Y., Li, J., Hu, X., Li, Y., & Shen, W. (2020). Application of lateral transshipment in cost reduction of decentralized systems. *Sustainability (Switzerland)*, 12(12). <https://doi.org/10.3390/su12125081>

- Marchi, B., Zanoni, S., & Jaber, M. Y. (2020). Improving supply chain profit through reverse factoring: A new multi-suppliers single-vendor joint economic lot size model. *International Journal of Financial Studies*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/ijfs8020023>
- Muhammad, M. R., Sumarauw Evaluasi Kinerja Manajemen, J., Rayan Muhammad, M., B Sumarauw, J. S., Ekonomi dan Bisnis, F., & Manajemen Universitas Sam Ratulangi Manado, J. (2014). Evaluasi Kinerja Manajemen Rantai Pasok pada Pemasok Daging Ayam, JEKY PM. *Jurnal EMBA*, 2, 195–202.
- 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. (2009). *Inventory models with lateral transshipments : a review Citation for Inventory Models with Lateral Transshipments: A Review*. www.tue.nl/taverne
- Purnomo, M. R. A. (2023). Optimisation-in-the-loop simulation of multi products single vendor-multi buyers supply chain systems with reactive lateral transshipment. *Jurnal Sistem Dan Manajemen Industri*, 7(2), 116–126. <https://doi.org/10.30656/jsmi.v7i2.6495>
- Purnomo, M. R. A. (2024). Optimisation of Supply Chain with Reactive Lateral Transshipment Under Imperfect Production System. *Mathematical Modelling of Engineering Problems*, 11(2), 555–564. <https://doi.org/10.18280/mmep.110229>
- Purnomo, M. R. A., Wahab, D. A., & Anugerah, A. R. (2022a). Optimisation of the Single-Vendor Single-Buyer Supply Chain System under Fuzzy Demand Using Optimisation–Simulation Closed Loop Technique. *Mathematical Modelling of Engineering Problems*, 9(5), 1343–1351. <https://doi.org/10.18280/mmep.090524>
- Purnomo, M. R. A., Wahab, D. A., & Anugerah, A. R. (2022b). Optimisation of the Single-Vendor Single-Buyer Supply Chain System under Fuzzy Demand Using Optimisation–Simulation Closed Loop Technique. *Mathematical Modelling of Engineering Problems*, 9(5), 1343–1351. <https://doi.org/10.18280/mmep.090524>
- Rahmanto, A. F., & Dahda, S. S. (2022). Integrated Inventory Model for Single Vendor Single Buyer Considering the Level of Product Defects. *MOTIVATION: Journal of*

- Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, 4(2), 151–160.
<https://doi.org/10.46574/motivection.v4i2.127>
- Rinaldi, I. D. (2023). *Optimasi Ukuran Lot Pada Sistem Rantai Pasok Multi Eseleon dengan Reactive Lateral Transshipment (Studi Kasus: UMKM Batik X Yogyakarta)*. UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA .
- Romanov, V. N. (2019). The use of fuzzy arithmetic in decision-making problems. *SN Applied Sciences*, 1(4). <https://doi.org/10.1007/s42452-019-0384-9>
- Sebatjane, M., & Adetunji, O. (2020). A three-echelon supply chain for economic growing quantity model with price- and freshness-dependent demand: Pricing, ordering and shipment decisions. *Operations Research Perspectives*, 7.
<https://doi.org/10.1016/j.orp.2020.100153>
- Setiawan, A., & Suhardi, B. (2005). *Integrasi Supply Chain dan Dampaknya Terhadap Performa Perusahaan: Survei pada Perusahaan Penyedia Jasa Makanan di Surakarta*. 9, 2–2.
- Soares, G. P., Tortorella, G., Bouzon, M., & Tavana, M. (2021). A fuzzy maturity-based method for lean supply chain management assessment. *International Journal of Lean Six Sigma*, 12(5), 1017–1045. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-08-2020-0123>
- Sri Utami, R., Arifin, R., Dara Lufika, R., Dio, R., Vicarlo Saragih Manihuruk, H., Raja Ali Haji Jl Raya Dompok Tanjungpinang, M., Keauan Riau, P., Studi Teknik Logistik, P., Teknologi Kalimantan Jl Soekarno Hatta NoKM, I., Joang, K., Balikpapan Utara, K., Balikpapan, K., & Timur, K. (2024). 23111 2 Program Studi Teknik Industri. *Universitas Syiah Kuala Jl. Syekh Abdurauf As Sinkili*, 05(02), 84–93.
<https://doi.org/10.35261/gijtsi.v5i02.12518>
- Sukendar, I., Bernadhi, B. D., & Basri. (2022). Analysis of Supply Chain Risks Using Supply Chain Operation Reference (SCOR) House of Risk (HOR) and Fuzzy Analytical Network Process (FANP) Method. *International Journal for Quality Research*, 16(1), 217–230.
<https://doi.org/10.24874/IJQR16.01-15>
- Taha, H. A. (2017). *Operations Research An Introduction* (10th ed.). Pearson Education.

- 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. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.107568>
- Toomey, J. W. (2000). *Inventory Management : Principles, Concepts and Techniques* (E. L. Magad, Ed.). Kluwer Academic .

LAMPIRAN

1. Data distribusi pola permintaan (*demand pattern*)

Pola permintaan pada penelitian ini terdiri dari pola permintaan berdistribusi normal dan pola permintaan berdistribusi *uniform*. Berikut merupakan contoh pada pola permintaan berdistribusi normal:

Normal (300,35) nilai 300 menunjukkan besarnya rata-rata dan nilai 20 menunjukkan besarnya standar deviasi.

Berikut merupakan contoh pada pola permintaan berdistribusi *uniform*:

Uniform (130, 270) nilai 130 menunjukkan nilai batas bawah dan nilai 270 menunjukkan batas atas

Produk Batik 1

Tabel 1 Permintaan Pembeli ke Pemasok untuk Produk Batik 1

Product 1	Buyer				
	1	2	3	4	5
Vendor	Normal(300, 35)	Normal(150, 20)	Uniform(130, 270)	Uniform(120, 155)	Normal(60, 25)

Tabel 2 Permintaan Pembeli ke Pembeli untuk Produk Batik 1

Product 1	Buyer				
	1	2	3	4	5
Buyer					
1		Uniform(20, 100)	Uniform(20, 150)		
2				Uniform(70, 130)	
3					
4					
5	Uniform(20, 50)				

Produk Batik 2

Tabel 3 Permintaan Pembeli ke Pemasok untuk Produk Batik 2

Product 2	Buyer				
	1	2	3	4	5
Vendor	Normal(300, 70)	Normal(500, 130)	Normal(400, 100)	Uniform(300, 450)	Uniform(200, 350)

Tabel 4 Permintaan Pembeli ke Pembeli untuk Produk Batik 2

Product 2	Buyer				
	1	2	3	4	5
Buyer					
1		Uniform(50, 80)	Uniform(50, 70)		
2				Uniform(20, 50)	
3					
4					
5	Uniform(20, 50)				

Produk Batik 3

Tabel 5 Permintaan Pembeli ke Pemasok untuk Produk Batik 3

Product 3	Buyer				
	1	2	3	4	5
Vendor	Normal(220, 47)	Uniform(100, 130)	Uniform(128, 240)	Uniform(100, 125)	Uniform(180, 310)

Tabel 6 Permintaan Pembeli ke Pembeli untuk Produk Batik 3

Product 3	Buyer				
	1	2	3	4	5
Buyer					
1		Uniform(50, 150)	Uniform(70, 90)		
2				Uniform(40, 110)	
3					
4					
5	Uniform(30, 40)				

Produk Batik 4

Tabel 7 Permintaan Pembeli ke Pemasok untuk Produk Batik 4

Product 4	Buyer				
	1	2	3	4	5
Vendor	Uniform(60, 170)	Uniform(100, 300)	Uniform(240, 393)	Uniform(100, 350)	Normal(500, 120)

Tabel 8 Permintaan Pembeli ke Pembeli untuk Produk Batik 4

Product 4	Buyer				
	1	2	3	4	5
Buyer					
1		Uniform(40, 70)	Uniform(30, 110)		
2				Uniform(30, 90)	
3					
4					
5	Uniform(40, 50)				

Produk Batik 5

Tabel 9 Permintaan Pembeli ke Pemasok untuk Produk Batik 5

Product 5	Buyer				
	1	2	3	4	5
Vendor	Normal(287, 70)	Normal(380, 70)	Uniform(140, 330)	Uniform(100, 230)	Normal(290, 25)

Tabel 10 Permintaan Pembeli ke Pembeli untuk Produk Batik 5

Product 5	Buyer				
	1	2	3	4	5
Buyer					
1		Uniform(20, 100)	Uniform(20, 70)		
2				Uniform(100, 300)	
3					
4					
5	Uniform(50, 80)		Uniform(30,60)		

2. Hasil Model Simulasi Tanpa Koordinasi

Contoh hanya untuk pada produk batik 2

Pembeli 1

Tabel 11 Hasil Simulasi Model Tanpa Koordinasi Pembeli 1 pada Produk Batik 2

Month	Beginning Inv	Demand From Cust	Membership Value 1	Demand From B2	Membership Value 2	Demand From B3	Membership Value 3	Ending Inv	Lost Sales	Order Status	Order Received From Vendor	Order Received From B5	Holding Cost	Lost Sales Cost	Ordering Cost	Ordering Cost B2B
1	345	242	0,171428571	65	1	59	0,9	12	0	1	0	33	24000	0	1248000	52000
2	12	276	0,657142857	65	1	60	1	29	0	1	383	35	58000	0	1196000	52000
3	29	295	0,928571429	65	1	60	1	10	0	1	366	35	20000	0	1261000	52000
4	10	293	0,9	64	0,933333333	60	1	13	0	1	385	35	26000	0	1248000	52000
5	13	292	0,885714286	64	0,933333333	60	1	13	0	1	382	34	26000	0	1248000	52000
6	13	302	0,971428571	65	1	60	1	4	0	1	382	36	8000	0	1274000	52000
7	4	292	0,885714286	65	1	60	1	13	0	1	391	35	26000	0	1248000	52000
8	13	295	0,928571429	65	1	60	1	10	0	1	382	35	20000	0	1261000	52000
9	10	280	0,714285714	65	1	60	1	25	0	1	385	35	50000	0	1209000	52000
10	25	301	0,985714286	64	0,933333333	60	1	5	0	1	370	35	10000	0	1274000	52000
11	5	300	1	65	1	60	1	5	0	1	390	35	10000	0	1274000	52000
12	5	293	0,9	63	0,866666667	60	1	14	0	1	390	35	28000	0	1248000	52000
13	14	282	0,742857143	65	1	60	1	23	0	1	381	35	46000	0	1209000	52000
14	23	300	1	62	0,8	59	0,9	9	0	1	372	35	18000	0	1261000	52000
15	9	299	0,985714286	65	1	60	1	6	0	1	386	35	12000	0	1274000	52000
16	6	297	0,957142857	65	1	60	1	6	0	1	389	33	12000	0	1274000	52000
17	6	302	0,971428571	65	1	60	1	3	0	1	389	35	6000	0	1274000	52000
18	3	301	0,985714286	66	0,933333333	60	1	1	0	1	392	33	2000	0	1287000	52000
19	1	289	0,842857143	64	0,933333333	58	0,8	19	0	1	394	35	38000	0	1222000	52000
20	19	301	0,985714286	65	1	60	1	4	0	1	376	35	8000	0	1274000	52000
21	4	292	0,885714286	65	1	60	1	13	0	1	391	35	26000	0	1248000	52000
22	13	295	0,928571429	65	1	60	1	10	0	1	382	35	20000	0	1261000	52000
23	10	298	0,971428571	64	0,933333333	60	1	8	0	1	385	35	16000	0	1261000	52000
24	8	306	0,914285714	64	0,933333333	60	1	0	1		387	35	0	20000	0	52000

Pembeli 2

Tabel 12 Hasil Simulasi Model Tanpa Koordinasi Pembeli 2 pada Produk Batik 2

Month	Beginning Inv	Demand From	Membership Value 1	Demand From B4	Membership	Ending Inv	Lost Sales	Order Status	Order Received From Vendor	Order Received From	Holding Cost	Lost Sales Cost	Ordering Cost	Ordering Cost B2B
1	555	501	0,992307692	35	1	84	0	1	0	65	168000	0	800000	32000
2	84	503	0,976923077	35	1	8	0	1	397	65	16000	0	952000	32000
3	8	496	0,969230769	35	1	15	0	1	473	65	30000	0	936000	32000
4	15	499	0,992307692	35	1	11	0	1	466	64	22000	0	944000	32000
5	11	486	0,892307692	35	1	24	0	1	470	64	48000	0	920000	32000
6	24	502	0,984615385	35	1	9	0	1	457	65	18000	0	944000	32000
7	9	497	0,976923077	35	1	14	0	1	472	65	28000	0	936000	32000
8	14	497	0,976923077	35	1	14	0	1	467	65	28000	0	936000	32000
9	14	502	0,984615385	35	1	9	0	1	467	65	18000	0	944000	32000
10	9	503	0,976923077	35	1	7	0	1	472	64	14000	0	952000	32000
11	7	496	0,969230769	35	1	15	0	1	474	65	30000	0	936000	32000
12	15	484	0,876923077	35	1	25	0	1	466	63	50000	0	912000	32000
13	25	499	0,992307692	35	1	12	0	1	456	65	24000	0	944000	32000
14	12	495	0,961538462	35	1	13	0	1	469	62	26000	0	936000	32000
15	13	499	0,992307692	35	1	12	0	1	468	65	24000	0	944000	32000
16	12	503	0,976923077	35	1	8	0	1	469	65	16000	0	952000	32000
17	8	498	0,984615385	35	1	13	0	1	473	65	26000	0	936000	32000
18	13	501	0,992307692	35	1	11	0	1	468	66	22000	0	944000	32000
19	11	490	0,923076923	35	1	20	0	1	470	64	40000	0	928000	32000
20	20	506	0,953846154	35	1	5	0	1	461	65	10000	0	952000	32000
21	5	497	0,976923077	35	1	14	0	1	476	65	28000	0	936000	32000
22	14	501	0,992307692	35	1	10	0	1	467	65	20000	0	944000	32000
23	10	507	0,946153846	35	1	3	0	1	471	64	6000	0	960000	32000
24	3	497	0,976923077	35	1	13	0	1	478	64	26000	0	936000	32000

Pembeli 3

Tabel 13 Hasil Simulasi Model Tanpa Koordinasi Pembeli 3 pada Produk Batik 2

Month	Beginning Inv	Demand From Cust	Membership Value 1	Ending Inv	Lost Sales	Order Status	Order Received From Vendor	Order Received From B1	Holding Cost	Lost Sales Cost	Ordering Cost	Ordering Cost B2B
1	398	399	0,99	58	0	1	0	59	116000	0	710000	32000
2	58	400	1	2	0	1	284	60	4900	0	850000	32000
3	2	400	1	2	0	1	340	60	4000	0	850000	32000
4	2	400	1	2	0	1	340	60	4000	0	850000	32000
5	2	400	1	2	0	1	340	60	4000	0	850000	32000
6	2	400	1	2	0	1	340	60	4000	0	850000	32000
7	2	400	1	2	0	1	340	60	4000	0	850000	32000
8	2	401	0,99	1	0	1	340	60	2000	0	860000	32000
9	1	400	1	2	0	1	341	60	4000	0	850000	32000
10	2	398	0,98	4	0	1	340	60	8000	0	850000	32000
11	4	399	0,99	3	0	1	338	60	6000	0	850000	32000
12	3	399	0,99	3	0	1	339	60	6000	0	850000	32000
13	3	400	1	2	0	1	339	60	4000	0	850000	32000
14	2	400	1	1	0	1	340	59	2000	0	860000	32000
15	1	400	1	2	0	1	341	60	4000	0	850000	32000
16	2	400	1	2	0	1	340	60	4000	0	850000	32000
17	2	400	1	2	0	1	340	60	4000	0	850000	32000
18	2	397	0,97	5	0	1	340	60	10000	0	850000	32000
19	5	399	0,99	1	0,00	1	337	58	2000	0,00	860000	32000
20	1	400	1	2	0	1	341	60	4000	0	850000	32000
21	2	400	1	2	0	1	340	60	4000	0	850000	32000
22	2	400	1	2	0	1	340	60	4000	0	850000	32000
23	2	400	1	2	0	1	340	60	4000	0	850000	32000
24	2	400	1	2	0	1	340	60	4000	0	850000	32000

Pembeli 4

Tabel 14 Hasil Simulasi Model Tanpa Koordinasi Pembeli 4 pada Produk Batik 2

Month	Beginning Inv	Demand From Cust	Membership Value 1	Ending Inv	Lost Sales	Order Status	Order Received From Vendor	Order Received From B2	Holding Cost	Lost Sales Cost	Ordering Cost	Ordering Cost B2B
1	378	375	1	38	0	1	0	35	76000	0	616000	32000
2	38	375	1	3	0	1	305	35	6000	0	680000	32000
3	3	374	0,986666667	4	0	1	340	35	8000	0	680000	32000
4	4	371	0,946666667	7	0	1	339	35	14000	0	672000	32000
5	7	373	0,973333333	5	0	1	336	35	10000	0	680000	32000
6	5	375	1	3	0	1	338	35	6000	0	680000	32000
7	3	375	1	3	0	1	340	35	6000	0	680000	32000
8	3	374	0,986666667	4	0	1	340	35	8000	0	680000	32000
9	4	375	1	3	0	1	339	35	6000	0	680000	32000
10	3	370	0,933333333	8	0	1	340	35	16000	0	672000	32000
11	8	374	0,986666667	4	0	1	335	35	8000	0	680000	32000
12	4	375	1	3	0	1	339	35	6000	0	680000	32000
13	3	375	1	3	0	1	340	35	6000	0	680000	32000
14	3	373	0,973333333	5	0	1	340	35	10000	0	680000	32000
15	5	375	1	3	0	1	338	35	6000	0	680000	32000
16	3	375	1	3	0	1	340	35	6000	0	680000	32000
17	3	375	1	3	0	1	340	35	6000	0	680000	32000
18	3	376	0,986666667	2	0	1	340	35	4000	0	688000	32000
19	2	375	1	3	0	1	341	35	6000	0	680000	32000
20	3	374	0,986666667	4	0	1	340	35	8000	0	680000	32000
21	4	375	1	3	0	1	339	35	6000	0	680000	32000
22	3	375	1	3	0	1	340	35	6000	0	680000	32000
23	3	375	1	3	0	1	340	35	6000	0	680000	32000
24	3	375	1	3	0	1	340	35	6000	0	680000	32000

Pembeli 5

Tabel 15 Hasil Simulasi Model Tanpa Koordinasi Pembeli 5 pada Produk Batik 2

Month	Beginning Inv	Demand From Cust	Membership Value 1	Demand From B1	Membership Value 2	Ending Inv	Lost Sales	Order Status	Order Received From Vendor	Holding Cost	Lost Sales Cost	Ordering Cost
1	284	251	0,68	33	0,86666667	0	0	1	0	0	0	1014000
2	0	273	0,973333333	35	1	3	0,00	1	311	6000	0,00	1001000
3	3	269	0,92	35	1	7	0	1	308	14000	0	988000
4	7	274	0,986666667	35	1	2	0	1	304	4000	0	1014000
5	2	273	0,973333333	34	0,933333333	4	0	1	309	8000	0	1001000
6	4	268	0,906666667	36	0,933333333	7	0	1	307	14000	0	988000
7	7	273	0,973333333	35	1	3	0	1	304	6000	0	1001000
8	3	275	1	35	1	1	0	1	308	2000	0	1014000
9	1	269	0,92	35	1	7	0	1	310	14000	0	988000
10	7	263	0,84	35	1	13	0	1	304	26000	0	975000
11	13	270	0,933333333	35	1	6	0	1	298	12000	0	1001000
12	6	271	0,946666667	35	1	5	0	1	305	10000	0	1001000
13	5	266	0,88	35	1	10	0	1	306	20000	0	988000
14	10	274	0,986666667	35	1	2	0	1	301	4000	0	1014000
15	2	274	0,986666667	35	1	2	0	1	309	4000	0	1014000
16	2	271	0,946666667	33	0,86666667	7	0	1	309	14000	0	988000
17	7	269	0,92	35	1	7	0	1	304	14000	0	988000
18	7	275	1	33	0,86666667	3	0	1	304	6000	0	1001000
19	3	271	0,946666667	35	1	5	0	1	308	10000	0	1001000
20	5	271	0,946666667	35	1	5	0	1	306	10000	0	1001000
21	5	277	0,973333333	35	1	0	1	1	306	0	25000	1014000
22	0	272	0,96	35	1	4	0	1	311	8000	0	1001000
23	4	273	0,973333333	35	1	3	0,00	1	307	6000	0	1001000
24	3	272	0,96	35	1	4	0	1	308	8000	0	1001000

Pemasok

Tabel 16 Hasil Simulasi Model Tanpa Koordinasi Pemasok pada Produk Batik 2

Month	Beginning Inventory	Order From B1	Order From B2	Order From B3	Order From B4	Order From B5	Ending Inventory	Lost Sales	Setup Cost	Inventory Cost	Lost Sales Cost
1	1465	383	397	284	305	311	1633	215	57000	5715500	1182500
2	1633	366	473	340	340	308	1654	194	57000	5789000	1067000
3	1654	385	466	340	339	304	1668	180	57000	5838000	990000
4	1668	382	470	340	336	309	1679	169	57000	5876500	929500
5	1679	382	457	340	338	307	1703	145	57000	5960500	797500
6	1703	391	472	340	340	304	1704	144	57000	5964000	792000
7	1704	382	467	340	340	308	1715	133	57000	6002500	731500
8	1715	385	467	341	339	310	1721	127	57000	6023500	698500
9	1721	370	472	340	340	304	1743	105	57000	6100500	577500
10	1743	390	474	338	335	298	1756	92	57000	6146000	506000
11	1756	390	466	339	339	305	1765	83	57000	6177500	456500
12	1765	381	456	339	340	306	1791	57	57000	6268500	313500
13	1791	372	469	340	340	301	1817	31	57000	6359500	170500
14	1817	386	468	341	338	309	1823	25	57000	6380500	137500
15	1823	389	469	340	340	309	1824	24	57000	6384000	132000
16	1824	389	473	340	340	304	1826	22	57000	6391000	121000
17	1826	392	468	340	340	304	1830	18	57000	6405000	99000
18	1830	394	470	337	341	308	1828	20	57000	6398000	110000
19	1828	376	461	341	340	306	1852	0	57000	6482000	0
20	1852	391	476	340	339	306	1848	0	57000	6468000	0
21	1848	382	467	340	340	311	1856	0	57000	6496000	0
22	1856	385	471	340	340	307	1861	0	57000	6513500	0
23	1861	387	478	340	340	308	1856	0	57000	6496000	0
24	1856	0	468	340	340	307	2249	0	57000	7871500	0

3. Hasil Simulai Model dengan Koordinasi

Contoh hanya untuk pada produk batik 2

Pembeli 1

Tabel 17 Hasil Simulasi Model dengan Koordinasi Pembeli 1 pada Produk Batik 2

Month	Beginning Inv	Demand From Cust	Membership Value 1	Demand From B2	Membership Value 2	Demand From B3	Membership Value 3	Ending Inv	Lost Sales	Order Status	Order Received From Vendor	Order Received From B5	Holding Cost	Lost Sales Cost	Ordering Cost	Ordering Cost B2B
1	345	242	0.17	65	1.0	59	0.90	12	0	1	0	33	24000	0	1235000	52000
2	12	276	0.66	65	1.0	60	1.00	26	0	1	380	35	52000	0	1196000	52000
3	26	295	0.93	65	1.0	60	1.00	7	0	1	366	35	14000	0	1261000	52000
4	7	293	0.90	64	0.9	60	1.00	10	0	1	385	35	20000	0	1248000	52000
5	10	292	0.89	64	0.9	60	1.00	10	0	1	382	34	20000	0	1248000	52000
6	10	302	0.97	65	1.0	60	1.00	1	0	1	382	36	2000	0	1274000	52000
7	1	292	0.89	65	1.0	60	1.00	10	0	1	391	35	20000	0	1248000	52000
8	10	295	0.93	65	1.0	60	1.00	7	0	1	382	35	14000	0	1261000	52000
9	7	280	0.71	65	1.0	60	1.00	22	0	1	385	35	44000	0	1209000	52000
10	22	301	0.99	64	0.9	60	1.00	2	0	1	370	35	4000	0	1274000	52000
11	2	300	1.00	65	1.0	60	1.00	2	0	1	390	35	4000	0	1274000	52000
12	2	293	0.90	63	0.9	60	1.00	11	0	1	390	35	22000	0	1248000	52000
13	11	282	0.74	65	1.0	60	1.00	20	0	1	381	35	40000	0	1209000	52000
14	20	300	1.00	62	0.8	59	0.90	6	0	1	372	35	12000	0	1261000	52000
15	6	299	0.99	65	1.0	60	1.00	3	0	1	386	35	6000	0	1274000	52000
16	3	297	0.96	65	1.0	60	1.00	3	0	1	389	33	6000	0	1274000	52000
17	3	302	0.97	65	1.0	60	1.00	0	0	1	389	35	0	0	1274000	52000
18	0	301	0.99	66	0.9	60	1.00	0	2	1	392	33	0	40000	1274000	52000
19	0	289	0.84	64	0.9	58	0.80	16	0	1	392	35	32000	0	1222000	52000
20	16	301	0.99	65	1.0	60	1.00	1	0	1	376	35	2000	0	1274000	52000
21	1	292	0.89	65	1.0	60	1.00	10	0	1	391	35	20000	0	1248000	52000
22	10	295	0.93	65	1.0	60	1.00	7	0	1	382	35	14000	0	1261000	52000
23	7	298	0.97	64	0.9	60	1.00	5	0	1	385	35	10000	0	1261000	52000
24	5	306	0.91	64	0.9	60	1.00	0	1		387	35	0	20000	0	52000

Pembeli 2

Tabel 18 Hasil Simulasi Model dengan Koordinasi Pembeli 2 pada Produk Batik 2

Month	Beginning Inv	Demand From	Membership Value 1	Demand From B4	Members hip Value	Ending Inv	Lost Sales	Order Status	Order Received From Vendor	Order Received From B1	Holding Cost	Lost Sales Cost	Ordering Cost	Ordering Cost B2B
1	555	501	0.992307692	35	1	84	0	1	0	65	168000	0	784000	32000
2	84	503	0.976923077	35	1	3	0	1	392	65	6000	0	952000	32000
3	3	496	0.969230769	35	1	10	0	1	473	65	20000	0	936000	32000
4	10	499	0.992307692	35	1	6	0	1	466	64	12000	0	944000	32000
5	6	486	0.892307692	35	1	19	0	1	470	64	38000	0	920000	32000
6	19	502	0.984615385	35	1	4	0	1	457	65	8000	0	944000	32000
7	4	497	0.976923077	35	1	9	0	1	472	65	18000	0	936000	32000
8	9	497	0.976923077	35	1	9	0	1	467	65	18000	0	936000	32000
9	9	502	0.984615385	35	1	4	0	1	467	65	8000	0	944000	32000
10	4	503	0.976923077	35	1	2	0	1	472	64	4000	0	952000	32000
11	2	496	0.969230769	35	1	10	0	1	474	65	20000	0	936000	32000
12	10	484	0.876923077	35	1	20	0	1	466	63	40000	0	912000	32000
13	20	499	0.992307692	35	1	7	0	1	456	65	14000	0	944000	32000
14	7	495	0.961538462	35	1	8	0	1	469	62	16000	0	936000	32000
15	8	499	0.992307692	35	1	7	0	1	468	65	14000	0	944000	32000
16	7	503	0.976923077	35	1	3	0	1	469	65	6000	0	952000	32000
17	3	498	0.984615385	35	1	8	0	1	473	65	16000	0	936000	32000
18	8	501	0.992307692	35	1	6	0	1	468	66	12000	0	944000	32000
19	6	490	0.923076923	35	1	15	0	1	470	64	30000	0	928000	32000
20	15	506	0.953846154	35	1	0	0	1	461	65	0	0	952000	32000
21	0	497	0.976923077	35	1	9	0	1	476	65	18000	0	936000	32000
22	9	501	0.992307692	35	1	5	0	1	467	65	10000	0	944000	32000
23	5	507	0.946153846	35	1	0	2	1	471	64	0	50000	952000	32000
24	0	497	0.976923077	35	1	8	0	1	476	64	16000	0	936000	32000

Pembeli 3

Tabel 19 Hasil Simulasi Model dengan Koordinasi Pembeli 3 pada Produk Batik 2

Month	Beginning Inv	Demand From Cust	Members hip Value	Ending Inv	Lost Sales	Order Status	Order Received From Vendor	Order Received From B1	Holding Cost	Lost Sales Cost	Ordering Cost	Ordering Cost B2B
1	398	399	0.99	58	0	1	0	59	116000	0	710000	32000
2	58	400	1	1	0	1	283	60	2000	0	850000	32000
3	1	400	1	1	0	1	340	60	2000	0	850000	32000
4	1	400	1	1	0	1	340	60	2000	0	850000	32000
5	1	400	1	1	0	1	340	60	2000	0	850000	32000
6	1	400	1	1	0	1	340	60	2000	0	850000	32000
7	1	400	1	1	0	1	340	60	2000	0	850000	32000
8	1	401	0.99	0	0	1	340	60	0	0	860000	32000
9	0	400	1	1	0	1	341	60	2000	0	850000	32000
10	1	398	0.98	3	0	1	340	60	6000	0	850000	32000
11	3	399	0.99	2	0	1	338	60	4000	0	850000	32000
12	2	399	0.99	2	0	1	339	60	4000	0	850000	32000
13	2	400	1	0	0	1	339	60	2000	0	850000	32000
14	1	400	1	0	0	1	340	59	0	0	860000	32000
15	0	400	1	1	0	1	341	60	2000	0	850000	32000
16	1	400	1	1	0	1	340	60	2000	0	850000	32000
17	1	400	1	1	0	1	340	60	2000	0	850000	32000
18	1	397	0.97	4	0	1	340	60	8000	0	850000	32000
19	4	399	0.99	0	0.00	1	337	58	0	0.00	860000	32000
20	0	400	1	1	0	1	341	60	2000	0	850000	32000
21	1	400	1	0	0	1	340	60	2000	0	850000	32000
22	1	400	1	1	0	1	340	60	2000	0	850000	32000
23	1	400	1	1	0	1	340	60	2000	0	850000	32000
24	1	400	1	1	0	1	340	60	2000	0	850000	32000

Pembeli 4

Tabel 20 Hasil Simulasi Model dengan Koordinasi Pembeli 4 pada Produk Batik 2

Month	Beginning Inv	Demand From Cust	Membership Value 1	Ending Inv	Lost Sales	Order Status	Order Received From Vendor	Order Received From B2	Holding Cost	Lost Sales Cost	Ordering Cost	Ordering Cost B2B
1	378	375	1	38	0	1	0	35	76000	0	608000	32000
2	38	375	1	0	0	1	302	35	0	0	680000	32000
3	0	374	0,986666667	1	0	1	340	35	2000	0	680000	32000
4	1	371	0,946666667	4	0	1	339	35	8000	0	672000	32000
5	4	373	0,973333333	2	0	1	336	35	4000	0	680000	32000
6	2	375	1	0	0	1	338	35	0	0	680000	32000
7	0	375	1	0	0	1	340	35	0	0	680000	32000
8	0	374	0,986666667	1	0	1	340	35	2000	0	680000	32000
9	1	375	1	0	0	1	339	35	0	0	680000	32000
10	0	370	0,933333333	5	0	1	340	35	10000	0	672000	32000
11	5	374	0,986666667	1	0	1	335	35	2000	0	680000	32000
12	1	375	1	0	0	1	339	35	0	0	680000	32000
13	0	375	1	0	0	1	340	35	0	0	680000	32000
14	0	373	0,973333333	2	0	1	340	35	4000	0	680000	32000
15	2	375	1	0	0	1	338	35	0	0	680000	32000
16	0	375	1	0	0	1	340	35	0	0	680000	32000
17	0	375	1	0	0	1	340	35	0	0	680000	32000
18	0	376	0,986666667	0	1	1	340	35	0	35000	680000	32000
19	0	375	1	0	0	1	340	35	0	0	680000	32000
20	0	374	0,986666667	1	0	1	340	35	2000	0	680000	32000
21	1	375	1	0	0	1	339	35	0	0	680000	32000
22	0	375	1	0	0	1	340	35	0	0	680000	32000
23	0	375	1	0	0	1	340	35	0	0	680000	32000
24	0	375	1	0	0	1	340	35	0	0	680000	32000

Pembeli 5

Tabel 21 Hasil Simulasi Model dengan Koordinasi Pembeli 5 pada Produk Batik 2

Month	Beginning Inv	Demand From Cust	Members hip Value	Demand From B1	Members hip Value	Ending Inv	Lost Sales	Order Status	Order Received	Holding Cost	Lost Sales Cost	Ordering Cost
1	284	251	0,68	33	0,86667	0	0	1	0	0	0	1014000
2	0	273	0,97333	35	1	1	0,00	1	309	2000	0,00	1001000
3	1	269	0,92	35	1	5	0	1	308	10000	0	988000
4	5	274	0,98667	35	1	0	0	1	304	0	0	1014000
5	0	273	0,97333	34	0,93333	2	0	1	309	4000	0	1001000
6	2	268	0,90667	36	0,93333	5	0	1	307	10000	0	988000
7	5	273	0,97333	35	1	1	0	1	304	2000	0	1001000
8	1	275	1	35	1	0	1	1	308	0	25000	1014000
9	0	269	0,92	35	1	5	0	1	309	10000	0	988000
10	5	263	0,84	35	1	11	0	1	304	22000	0	975000
11	11	270	0,93333	35	1	4	0	1	298	8000	0	1001000
12	4	271	0,94667	35	1	3	0	1	305	6000	0	1001000
13	3	266	0,88	35	1	8	0	1	306	16000	0	988000
14	8	274	0,98667	35	1	0	0	1	301	0	0	1014000
15	0	274	0,98667	35	1	0	0	1	309	0	0	1014000
16	0	271	0,94667	33	0,86667	5	0	1	309	10000	0	988000
17	5	269	0,92	35	1	5	0	1	304	10000	0	988000
18	5	275	1	33	0,86667	1	0	1	304	2000	0	1001000
19	1	271	0,94667	35	1	3	0	1	308	6000	0	1001000
20	3	271	0,94667	35	1	3	0	1	306	6000	0	1001000
21	3	277	0,97333	35	1	0	3	1	306	0	75000	1014000
22	0	272	0,96	35	1	2	0	1	309	4000	0	1001000
23	2	273	0,97333	35	1	1	0,00	1	307	2000	0	1001000
24	1	272	0,96	35	1	2	0	1	308	4000	0	1001000

Pemasok

Tabel 22 Hasil Simulasi Model dengan Koordinasi Pemasok pada Produk Batik 2

Month	Beginning Inventory	Order From B1	Order From B2	Order From B3	Order From B4	Order From B5	Ending Inventory	Lost Sales	Setup Cost	Inventory Cost	Lost Sales Cost
1	1465	380	392	283	302	309	1646	201	57000	5761000	1105500
2	1646	366	473	340	340	308	1666	181	57000	5831000	995500
3	1666	385	466	340	339	304	1679	168	57000	5876500	924000
4	1679	382	470	340	336	309	1689	158	57000	5911500	869000
5	1689	382	457	340	338	307	1712	135	57000	5992000	742500
6	1712	391	472	340	340	304	1712	135	57000	5992000	742500
7	1712	382	467	340	340	308	1722	125	57000	6027000	687500
8	1722	385	467	341	339	309	1728	119	57000	6048000	654500
9	1728	370	472	340	340	304	1749	98	57000	6121500	539000
10	1749	390	474	338	335	298	1761	86	57000	6163500	473000
11	1761	390	466	339	339	305	1769	78	57000	6191500	429000
12	1769	381	456	339	340	306	1794	53	57000	6279000	291500
13	1794	372	469	340	340	301	1819	28	57000	6366500	154000
14	1819	386	468	341	338	309	1824	23	57000	6384000	126500
15	1824	389	469	340	340	309	1824	23	57000	6384000	126500
16	1824	389	473	340	340	304	1825	22	57000	6387500	121000
17	1825	392	468	340	340	304	1828	19	57000	6398000	104500
18	1828	392	470	337	340	308	1828	19	57000	6398000	104500
19	1828	376	461	341	340	306	1851	0	57000	6478500	0
20	1851	391	476	340	339	306	1846	1	57000	6461000	5500
21	1846	382	467	340	340	309	1855	0	57000	6492500	0
22	1855	385	471	340	340	307	1859	0	57000	6506500	0
23	1859	387	476	340	340	308	1855	0	57000	6492500	0
24	1855	0	468	340	340	307	2247	0	57000	7864500	0