PEMBANGUNAN MODEL OPTIMASI SISTEM RANTAI PASOK PRODUK BATIK DENGAN MEMPERTIMBANGKAN JEJAK KARBON

TUGAS AKHIR

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

Nama : Ardita Maharani Handoko
No. Mahasiswa : 20522227

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

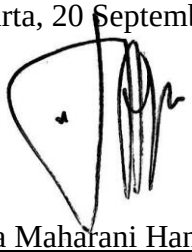
2024

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, 20 September 2024





(Ardita Maharani Handoko)
20522227

SURAT BUKTI PENELITIAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

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

SURAT KETERANGAN PENELITIAN

Nomor : 314/Ka.lab SIMANTI/20/Lab.SIMANTI/VIII/2024

Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokaatuh

Dengan hormat,

Yang bertanda tangan dibawah ini, menerangkan bahwa:

Nama : Ardita Maharani Handoko

Nim : 20522227

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 **PEMBANGUNAN MODEL OPTIMASI SISTEM RANTAI PASOK PRODUK BATIK DENGAN MEMPERTIMBANGKAN JEJAK KARBON.** Mulai pelaksanaan penelitian 18 Maret 2024 sampai 16 Juli 2024.

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

Wassalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokaatuh

Yogyakarta, 06 Agustus 2024

Kepala Laboratorium

Sistem Manufaktur Terintegrasi

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

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PEMBANGUNAN MODEL OPTIMASI SISTEM RANTAI PASOK PRODUK BATIK DENGAN MEMPERTIMBANGKAN JEJAK KARBON

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Ardita Maharani Handoko

No. Mahasiswa : 20522227

Yogyakarta, 03 Oktober 2024

Dosen Pembimbing

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

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PEMBANGUNAN MODEL OPTIMASI SISTEM RANTAI PASOK PRODUK BATIK DENGAN MEMPERTIMBANGKAN JEJAK KARBON

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :
Nama : Ardita Maharani Handoko
No. Mahasiswa : 20 522 227

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

Yogyakarta, 03 Oktober 2024

Tim Penguji

Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM Ketua	
Danang Setiawan, S.T., M.T. Anggota I	
Annisa Uswatun Khasanah, S.T., M.Sc Anggota II	

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

Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM
015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan rasa syukur saya kepada Allah SWT, Tugas Akhir ini dengan bangga saya persembahkan untuk kedua orang tua saya yang sangat saya cintai yaitu Papa Anas Havied Handoko dan Mama Sri Suparyanti, atas dukungan dan doa tanpa henti dari mereka saya dapat diberikan kemudahan, kekuatan, serta ridho dari mereka yang sangat berharga bagi penyelesaian Tugas Akhir ini. Tak lupa kedua adik kandung saya dan juga teman teman saya yang selalu memberikan dukunganya sampai terselesaikanya Tugas Akhir ini.

MOTTO

“Perbaiki sholatmu, maka Allah SWT akan memperbaiki hidupmu”

“Tidak Penting siapa yang pernah membuat kamu patah, yang terpenting adalah siapa yang bisa membuat kamu kembali tersenyum”

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

(Q.S Adh-Dhuha Ayat 7)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrahim,

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah dengan segala puji dan rasa syukur kita panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia –Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Pembangunan Model Optimasi Sistem Rantai Pasok Produk Batik Dengan Mempertimbangkan Jejak Karbon" sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Industri Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Tidak lupa selawat serta salam semoga tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing umatnya dari zaman kebodohan sampai dengan zaman yang berlimpah dengan ilmu ini.

Pada kesempatan kali ini, sebagai penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada banyak pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini. Maka dari itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU., ASEAN.Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana dan selaku dosen pembimbing penelitian tugas akhir.
3. Kedua orang tua saya tercinta, papa Anas Havied Handoko dan mama Sri Suparyanti yang telah menjadi suport sistem utama, doa, dukungan, motivasi, perhatian, dan kasih sayang yang tiada batasnya kepada penulis dalam menyelesaikan pendidikanya.
4. Kakek dan Nenek saya yang paling saya sayangi di dunia ini yang selalu memberikan tempat ternyaman untuk cucunya pulang yang selalu memberikaan dukungan dan doa yang tak pernah putus dalam berprogres dalam bidang akademik maupun non-akademik selama saya hidup.
5. Saudara kandung penulis Mahda Tahta Tama dan Miftah Tahtami Pertiwi yang telah memberikan dukungan untuk penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Teruntuk teman teman semasa saya kuliah Devita Bethari, Ejak, Jodi Iman, Adit, Haykal, Helmi, Arap, Hildo, Rudi, Deko, Kunyuk, Junet dan tidak bisa saya sebutkan satu satu yang membantu saya menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Kepada sahabat-sahabat saya untuk Novita Kusuma Hapsari, Aulia Beta, Salsabila, Zalsa, Vira, Aulia Wardani, Raja Trisdan, dan Elok yang selalu mensuport dan menemani penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhirnya.
8. Seluruh pihak lain yang tidak dapat saya sebutkan satu-persatu yang dengan sukarela membantu ikut berperan dan mendoakan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, 20 September 2024



(Ardita Maharani Handoko)
20522227

ABSTRAK

Perkembangan industri di DI Yogyakarta mengalami peningkatan setiap tahunya, salah satunya adalah UMKM Batik X di Yogyakarta. Permasalahan yang dialami oleh kebanyakan rantai pasok *Make to Stock* (MTS), termasuk juga rantai pasok yang diteliti ini adalah masih terjadi stok berlebih (*over stock*) maupun kekurangan stok (*stock out*) pada produk jadi. Upaya yang dapat dilakukan perusahaan salah satunya adalah dengan menerapkan manajemen rantai pasok terkhususnya manajemen persediaan yang optimal antara pembeli dan pemasok. Dimana pada penelitian ini dilakukan untuk mempertimbangkan adanya emisi karbon pada total biaya persediaan yang akan mempengaruhi dari total biaya gabungan dapat dilihat dari frekuensi persediaannya. Penelitian ini bertujuan untuk meminimalkan total biaya gabungan antara multi pembeli dan pemasok menggunakan model JIELS. Model JIELS memungkinkan pemasok mengoptimalkan ukuran lot produksi dengan mempertimbangkan emisi karbon sementara pembeli dapat mengoptimalkan ukuran lot pemesanan untuk meminimalkan total biaya gabungan. Optimasi untuk ukuran pemesanan dan lot produksi pada penelitian ini dilakukan menggunakan *Algoritma Evolutionary* pada menu *Solver Microsoft Excel.* Pada model optimasi penelitian ini terdapat perbandingan 2 jenis model yaitu model tanpa koordinasi dan model dengan koordinasi. Dimana pada model tanpa koordinasi pembeli dan pemasok akan melakukan perhitungan optimasi biaya secara terpisah atau masing-masing, sedangkan pada model dengan koordinasi pembeli dan pemasok melakukan perhitungan optimasi biaya secara gabungan atau memperhitungkan total biaya gabungan. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan total gabungan biaya akhir untuk model tanpa koordinasi adalah sebesar Rp. 1.030.635.320,00 sedangkan model dengan koordinasi adalah sebesar Rp. 1.024.124.825,00. Sehingga didapatkan penghematan biaya sebesar Rp 6.510.495,00 dengan persentase sebesar 1,10%

Kata Kunci: Manajemen Persediaan, JIELS, Optimasi Ukuran Lot Gabungan

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN ..... **II**
SURAT BUKTI PENELITIAN ..... **III**
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING ..... **IV**
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI ..... **V**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **VI**
MOTTO ..... **VII**
KATA PENGANTAR ..... **VIII**
ABSTRAK ..... **X**
DAFTAR TABEL ..... **XIII**
DAFTAR GAMBAR ..... **XV**
BAB 1 ..... **1**
PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.4.1 Bagi Peneliti 4
1.4.2 Bagi Perguruan Tinggi 4
1.4.3 Bagi Perusahaan 5
1.5 Batasan Penelitian 5
1.6 Sistematika Penelitian 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **7**
2.1 Kajian Literatur 7
2.2 Landasan Teori 12
2.2.1 Rantai Pasok (*Supply Chain*) 12
2.2.2 Persediaan 13
2.2.3 Pengendalian Persediaan 14
2.2.4 Metode Pengendalian Persediaan 14
2.2.5 Jejak Karbon 15
2.2.6 Model Ukuran Lot Ekonomis Gabungan (*Joint Economic Lot Size*) 16
2.2.7 Algoritma Genetika 17
BAB III **18**
METODE PENELITIAN **18**
4.1 Objek Penelitian 18
4.2 Jenis Data Penelitian 18
4.3 Alur Penelitian 18
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA **21**
5.1 Deskripsi Sistem 21
4.2 Komponen Model 22
4.2.1 Notasi 22
4.2.2 Variabel Keputusan Dan Kriteria Performansi 23
4.2.3 Asumsi Dan Batasan Model 24
4.3 Pengembangan Formulasi Model Matematika 24
4.5.1 Fungsi Tujuan 24

4.5.2 Total Biaya Pembeli 25
4.5.3 Total Biaya Pemasok 26
4.5.4 Total Biaya Gabungan 28
4.6 Algoritma Model 28
4.6.1 Model Tanpa Koordinasi 28
4.6.2 Model Dengan Koordinasi 31
4.7 Validasi Model 33
4.8 Pengolahan Data 35
4.8.1 Data Biaya-Biaya 35
4.8.2 Contoh Perhitungan Model Tanpa Koordinasi 37
4.8.3 Rangkuman Hasil Perhitungan Model Tanpa Koordinasi 50
4.8.4 Rangkuman Hasil Perhitungan Model Dengan Koordinasi 68
BAB V PEMBAHASAN 76
5.1 Analisis Perbandingan Variabel Keputusan 76
5.2 Analisis Perbadingan Total Biaya *Buyer* 80
5.3 Analisis Perbandingan Total Biaya *Vendor* 81
5.4 Analisis Perbandingan Total Biaya Gabungan 82
BAB VI 85
PENUTUP 85
5.5 Kesimpulan 85
5.6 Saran 85
DAFTAR PUSTAKA 86
LAMPIRAN 89

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 *Research Gap* Penelitian 12
Tabel 4. 1 Data Biaya-biaya *Vendor* dan *Buyer* 35
Tabel 4. 2 Data Biaya Pemesanan Antar *Buyer* 36
Tabel 4. 3 Data Biaya Emisi Karbon 37
Tabel 4. 4 Langkah-langkah Perhitungan Model Tanpa Koordinasi 29
Tabel 4. 5 Langkah-langkah Perhitungan Model Dengan Koordinasi 31
Tabel 4. 6 Hasil Validasi Model 33
Tabel 4. 7 Data Permintaan *Buyer 1* 37
Tabel 4. 8 Data Permintaan *Buyer 2* Kepada *Buyer 1* 38
Tabel 4. 9 Data Permintaan *Buyer 3* Kepada *Buyer 1* 39
Tabel 4. 10 Data *Buyer 1* Pada Produk Batik 1 40
Tabel 4. 11 Hasil Simulasi Perhitungan *Buyer 1* Produk Batik 1 41
Tabel 4. 12 Hasil Optimasi *Buyer 1* Produk Batik 1 43
Tabel 4. 13 Data Pemasok Pada Produk Batik 1 46
Tabel 4. 14 Hasil Model Simulasi Perhitungan Pemasok Pada Produk Batik 1 46
Tabel 4. 15 Hasil Optimasi Pemasok Pada Produk Batik 1 49
Tabel 4. 16 Hasil Optimasi Biaya Persediaan Pembeli Produk Batik 1 50
Tabel 4. 17 Hasil Optimasi Biaya *Lost Sales* Pembeli Produk Batik 1 51
Tabel 4. 18 Hasil Optimasi Biaya Pesan ke Pemasok Produk Batik 1 51
Tabel 4. 19 Hasil Optimasi Biaya antar *Buyer* pada Produk Batik 1 52
Tabel 4. 20 Hasil Optimasi Biaya Keseluruhan Pembeli Produk Batik 1 52
Tabel 4. 21 Hasil Optimasi Biaya Persediaan Pemasok Produk Batik1 53
Tabel 4. 22 Hasil Optimasi Biaya *Lost Sales* Pemasok Produk Batik1 53
Tabel 4. 23 Hasil Optimasi Biaya *Setup* Pemasok Produk Batik1 53
Tabel 4. 24 Hasil Optimasi Biaya Emisi Karbon Pemasok Produk Batik 1 53
Tabel 4. 25 Hasil Optimasi Biaya Keseluruhan Pemasok Produk Batik 1 54
Tabel 4. 26 Hasil Optimasi Biaya Persediaan Pembeli Produk Batik 2 54
Tabel 4. 27 Hasil Optimasi Biaya *Lost Sales* Pembeli Produk Batik 2 54
Tabel 4. 28 Hasil Optimasi Biaya Pesan ke Pemasok Produk Batik 2 55
Tabel 4. 29 Hasil Optimasi Biaya antar *Buyer* Produk Batik 2 55
Tabel 4. 30 Hasil Optimasi Biaya Keseluruhan Produk Batik 2 56
Tabel 4. 31 Hasil Optimasi Biaya Persediaan Pemasok Produk Batik 2 56
Tabel 4. 32 Hasil Optimasi Biaya *Lost Sales* Pemasok Produk Batik 2 56
Tabel 4. 33 Hasil Optimasi Biaya *Setup* Pemasok Produk Batik 2 57
Tabel 4. 34 Hasil Optimasi Biaya Emisi Karbon Produk Batik 2 57
Tabel 4. 35 Hasil Optimasi Biaya Keseluruhan Pemasok Produk Batik 2 57
Tabel 4. 36 Hasil Optimasi Biaya Persediaan Pembeli Produk Batik 3 58
Tabel 4. 37 Hasil Optimasi Biaya *Lost Sales* Pembeli Produk Batik 3 58
Tabel 4. 38 Hasil Optimasi Biaya Pesan Pembeli ke Pemasok Produk Batik 3 58
Tabel 4. 39 Hasil Optimasi Biaya antar *Buyer* Produk Batik 3 59
Tabel 4. 40 Hasil Optimasi Biaya Keseluruhan Pembeli Produk Batik 3 59
Tabel 4. 41 Hasil Optimasi Biaya Persediaan Pemasok Produk Batik 3 60
Tabel 4. 42 Hasil Optimasi Biaya *Lost Sales* Pemasok Produk Batik 3 60
Tabel 4. 43 Hasil Optimasi Biaya *Setup* Pemasok Produk Batik 3 60
Tabel 4. 44 Hasil Optimasi Biaya Emisi Karbon Produk Batik 3 60

Tabel 4. 45 Hasil Optimasi Biaya Keseluruhan Pemasok Produk Batik 3 61
Tabel 4. 46 Hasil Optimasi Biaya Persediaan Pembeli Produk Batik 4.....61
Tabel 4. 47 Hasil Optimasi Biaya *Lost Sales* Pembeli Produk Batik 4.....61
Tabel 4. 48 Hasil Optimasi Biaya Pesan ke Pemasok Produk Batik 4.....62
Tabel 4. 49 Hasil Optimasi Biaya antar *Buyer* Produk Batik 4.....62
Tabel 4. 50 Hasil Optimasi Biaya Keseluruhan Pembeli Produk Batik 4.....63
Tabel 4. 51 Hasil Optimasi Biaya Persediaan Pemasok Produk Batik 4 63
Tabel 4. 52 Hasil Optimasi Biaya *Lost Sales* Pemasok Produk Batik 4 63
Tabel 4. 53 Hasil Optimasi Biaya *Setup* Pemasok Produk Batik 4.....64
Tabel 4. 54 Hasil Optimasi Biaya Emisi Karbon Produk Batik 4.....64
Tabel 4. 55 Hasil Optimasi Biaya Keseluruhan Pemasok Produk Batik 4 64
Tabel 4. 56 Hasil Optimasi Biaya Persediaan Pembeli Produksi Batik 5 64
Tabel 4. 57 Hasil Optimasi Biaya *Lost Sales* Pembeli Produk Batik 5.....65
Tabel 4. 58 Hasil Optimasi Biaya Pesan ke Pemasok Produk Batik 5.....65
Tabel 4. 59 Hasil Optimasi Biaya antar *Buyer* Produk Batik 5.....66
Tabel 4. 60 Hasil Optimasi Biaya Keseluruhan Pembeli Produk Batik 5.....66
Tabel 4. 61 Hasil Optimasi Biaya Persediaan Pemasok Produk Batik 5 67
Tabel 4. 62 Hasil Optimasi Biaya *Lost Sales* Pemasok Produk Batik 5 67
Tabel 4. 63 Hasil Optimasi Biaya *Setup* Pemasok Produk Batik 5.....67
Tabel 4. 64 Hasil Optimasi Biaya Emisi Karbon Produk Batik 5.....67
Tabel 4. 65 Hasil Optimasi Biaya Keseluruhan Pemasok Produk Batik 5 68
Tabel 4. 66 Hasil Total Biaya Pembeli Model Dengan Koordinasi Produk Batik 1.....68
Tabel 4. 67 Hasil Total Biaya Pemasok Model Dengan Koordinasi Produk Batik 1 69
Tabel 4. 68 Hasil Total Biaya Gabungan Model Dengan Koordinasi Produk Batik 1 ...69
Tabel 4. 69 Hasil Total Biaya Pembeli Model Dengan Koordinasi Produk Batik 2.....69
Tabel 4. 70 Hasil Total Biaya Pemasok Model Dengan Koordinasi Produk Batik 2 70
Tabel 4. 71 Hasil Total Biaya Gabungan Model Dengan Koordinasi Produk Batik 2 ...70
Tabel 4. 72 Hasil Total Biaya Pembeli Model Dengan Koordinasi Produk Batik 3.....71
Tabel 4. 73 Hasil Total Biaya Pemasok Model Dengan Koordinasi Produk Batik 3 71
Tabel 4. 74 Hasil Total Biaya Gabungan Model Dengan Koordinasi Produk Batik 3 ...72
Tabel 4. 75 Hasil Total Biaya Pembeli Model Dengan Koordinasi Produk Batik 4.....72
Tabel 4. 76 Hasil Total Biaya Pemasok Model Dengan Koordinasi Produk Batik 4 73
Tabel 4. 77 Hasil Total Biaya Gabungan Model Dengan Koordinasi Produk Batik 4 ...73
Tabel 4. 78 Hasil Total Biaya Pembeli Model Dengan Koordinasi Produk Batik 5.....73
Tabel 4. 79 Hasil Total Biaya Pemasok Model Dengan Koordinasi Produk Batik 5 74
Tabel 4. 80 Hasil Total Biaya Gabungan Model Dengan Koordinasi Produk Batik 5 ...74
Tabel 5. 1 Hasil Perbandingan Variabel Keputusan *Buyer* Antara Kedua Model 76
Tabel 5. 2 Hasil Perbandingan Variabel Keputusan *Vendor* Antara Kedua Model.....78
Tabel 5. 3 Hasil Total Biaya Perbandingan Pembeli antar Kedua Model.....80
Tabel 5. 4 Hasil Total Biaya Pembeli Pada Setiap Produk Batik.....81
Tabel 5. 5 Hasil Total Biaya *Vendor* dari Kedua Model.....81
Tabel 5. 6 Hasil Total Biaya Gabungan dari Kedua Model 83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian 20
Gambar 4. 1 *Bussines Proses* UMKM Batik X di Yogyakarta 21

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam dunia industri di era 4.0 ini persaingan semakin mengharuskan suatu industri untuk terus berkembang pesat. Di setiap aktivitas industri baik pada manufaktur maupun jasa, dipengaruhi oleh proses produksi. Dalam proses produksi bahan baku sendiri merupakan komponen yang penting, pada umumnya bahan baku menjadi dasar untuk membuat sebuah produk yang dapat mempermudah pekerjaan baik dalam efisiensi waktu, biaya maupun proses dalam sebuah pengolahan produksi. Selain itu tahapan transportasi, penyimpanan, dan pendistribudai dalam sebuah perusahaan industri yang mencangkup dari sistem rantai pasok. Saat ini, telah menjadi inti dari keefektifan operasional serta keberlanjutan usaha dalam berbagai dunia industri. Untuk memanfaatkan semua keuntungan yang terkait dengan integrasi rantai pasok, studi empiris menunjukan bahwa integrasi rantai pasok dapat memberikan operasional dan bisnis dengan performa yang lebih baik (Sulaeman & Harsono, 2021). Pentingnya rantai pasok pada sebuah perusahaan modern tidak dapat dipandang remeh, dikarenakan kegagalan dalam pengelolaan rantai pasok dapat berdampak pada efisiensi operasional, ketersediaan barang, dan kepuasan konsumen.

Pengaruh globalisasi, perkembangan teknologi, dan perubahan ideal konsumen telah memperlihatkan dinamika baru yang akan membutuhkan pemahaman mendalam mengenai bagaimana rantai pasok dapat beroperasi dan beradaptasi secara efektif. Betapa pentingnya rantai pasok dalam sebuah perusahaan tidak dapat dipandang remeh. Dampak dari kegagalan mengelola rantai pasok dapak mengakibatkan ketidak efisiensi operasional, ketersediaan produk, ketersediaan bahan baku, dan tingkat kepuasan konsumen. Maka sebaliknya, rantai pasok yang efektif dan efisien serta responsif pada memberikan kesan positif dengan memberikan keunggulan kompetitif, meningkatkan standar perusahaan, dan mendukung upaya keberlanjutan.

Dalam pengelolaan proses produksi akan mengalami banyak perubahan yang dikarenakan tekanan dan gerakan yang dipengaruhi oleh globalisasi mendorong perusahaan untuk meningkatkan kinerja lingkunganya. Perlu diperhatikan hubungan antar organisasi yang

membantu mendorong perusahaan untuk mengintegrasikan jaringan dengan *Vendor* dan konsumen sehingga dapat muncul sistem rantai pasok. Semua tahapan yang ada pada rantai pasok mempengaruhi beban lingkungan dimulai dari ekstraksi sumber daya, manufaktur, distribusi, penggunaan produk, pembuangan limbah, dan kegiatan lainnya (Saputra & Fithri, 2012)

Saat ini jejak karbon menjadi fokus utama bagi perusahaan dalam penggelolaan dalam proses produksi perusahaan. Jejak karbon sendiri merupakan jumlah total emisi gas rumah kaca yang dihasilkan atau berkaitan dengan sebuah kegiatan atau entitas (Febryanti, Syah, Razak, & Diliafrosa, 2024). Secara sederhananya, pada industri energi banyak mengandalkan bahan bakar fosil, seperti batu bara, minyak bumi, dan gas-gas alam yang menghasilkan emisi gas karbon dioksida (CO2) dan gas rumah kaca lainya. Sebagai hasil dari kegiatan atau aktivitas dari industri dan konsumsi konsumen, jejak karbon dan dampak pada lingkungan telah meningkat secara signifikan yang akan memberikan dampak negatif bagi ekosistem di bumi. Dalam konteks ini, pentingnya keberlanjutan dalam manajemen rantai pasok akan semakin terlihat dengan meminimasi jejak karbon dan mengurangi dampak terhadap lingkungan. Hingga Juni 2020, diketahui dari sumber artikel Kementrian Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi Indonesia sudah mampu menurunkan emisi karbon sebesar 63 juta ton CO_{2e} dari target 67,5 juta ton CO_{2e}. Dengan adanya pajak karbon di Indonesia sebesar Rp 30/kg dibandingkan tarif pajak karbon negara-negara di dunia yang dirilis oleh *The World Bank.* Dari tarif pajak karbon yang rendah di Indonesia dapat menjadi pemicu untuk meminimasi total biaya rantai pasok pada produksi Produk Batik.

Sistem rantai pasok yang menjadi obyek dalam penelitian ini adalah sistem rantai pasok Produk Batik yang melibatkan 5 pengecer (*Buyers*) dan 1 produsen (*vedor*). Permasalahan yang dialami oleh kebanyakan rantai pasok *Make to Stock* (MTS), termasuk juga rantai pasok yang diteliti ini adalah masih terjadi stok berlebih (*over stock*) maupun kekurangan stok (*stock out*) pada produk jadi. Sehingga akan mengakibatkan terjadinya biaya berlebih, yaitu biaya penyimpanan yang berlebihan ketika terjadi *over stock* dan kesempatan yang hilang dalam mendapatkan keuntungan ketika terjadi *stock out.* Pengelolaan persediaan bahan baku (*raw material*), suku cadang (*spare part*), peralatan (*equipment*), hingga barang jadi (*serviceable product*) harus mampu direncanakan dan dikelola semaksimal mungkin untuk mendapatkan total biaya produksi yang minimum untuk dibayarkan dan dapat memenuhi permintaan konsumen dengan baik (Dwicahyani & Rifa, 2021). Total biaya produksi yang akan digunakan

pada penelitian ini terdapat biaya *Lost Sales* pembeli, biaya persediaan pembeli, biaya pemesanan ke pemasok, biaya pemesanan ke pembeli, biaya persediaan pemasok, biaya *lost sales* pemasok, biaya setup, dan biaya emisi karbon. Sehingga, sistem rantai pasok yang diteliti harus mampu mengoptimasi jumlah produk yang mengalir dari rantai hulu sampai kepada konsumen akhir dengan memperhatikan jejak karbon yang dihasilkan.

Untuk pengendalian persediaan digunakan model matematis *Joint Economic Lot Size* (JIELS) pada sistem rantai pasok yang sudah dikembangkan pada penelitian terdahulu. Penggunaan model JIELS ini mampu menghasilkan penghematan total biaya persediaan secara signifikan dibandingan dengan model persediaan yang independen dan tanpa koordinasi antara anggota rantai pasok. Model integrase ini penting untuk membantu pengoptimalan semua pihak dalam rantai pasok perusahaan dalam hal ini pemasok dan multi pembeli. Model JIELS ini memungkinkan pemasok untuk melakukan optimasi ukuran lot produksi sedangkan untuk pembeli melakukan optimasi ukuran lot pemesanan sehingga total biaya gabungan yang dihasilkan minimum.

Kasus optimasi yang dihadapi akan menjadi sangat kompleks, karena melibatkan 5 jenis produk yang dikirim dari rantai hulu sampai ke konsumen dan juga dengan memperhatikan jejak karbon setiap aktivitas dalam rantai pasok. Sehingga, jumlah variabel yang akan dioptimasi akan sangat banyak. Dalam penelitian ini, metode Algoritma Genetika (AG) akan digunakan sebagai algoritma pencarian solusi dari model optimasi yang dibangun. Algoritma Genetika (AG) sebagai cabang dari algoritma evolusi adalah metode *adaptive* yang digunakan untuk menyelesaikan pencarian nilai pada permasalahan optimasi. Dalam Algoritma Genetika (AG), ada beberapa parameter genetika yaitu probabilitas mutasi, *crossover* dan jumlah individu didalam sub populasi (Indra & Subanar, 2014). Algoritma Genetika (AG) dinilai mampu mempunyai hasil yang optimal untuk mengoptimalkan permasalahan, hal ini telah dibuktikan bahwa metode Algoritma Genetika (AG) dapat menghasilkan himpunan solusi optimal yang sangat berguna dengan banyak fungsi tujuan (Mahmudy, 2014). Keunggulan utama Algoritma Genetika (AG) adalah kemampuanya untuk menyelesaikan masalah yang kompleks dalam kurun waktu yang singkat. Dalam penelitian ini, jejak karbon yang dihasilkan juga akan diteliti dari jalur transportasi sistem rantai pasok, sehingga akan linier dengan jalur transportasi yang semakin jauh (Sulistiyorini & Mahmudy , 2015). Hal ini dapat membantu perusahaan memperoleh pemahaman yang mendalam mengenai bagaimana setiap tahapan dalam rantai pasok yang berkontribusi terhadap jejak karbon secara menyeluruh.

Berdasarkan permasalahan dan penjelasan diatas, maka fokus dari penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan sistem rantai pasok Produk Batik dengan mempertimbangkan jejak karbon untuk meminimalkan total biaya rantai pasok secara keseluruhan dengan metode Algoritma Genetika (AG) dapat menyelesaukan masalah yang memiliki struktur sangat kompleks hingga masalah yang relative sederhana. Dengan model matematis pengendalian persediaan dengan *Joint Economic Lot Size* (JIELS) untuk membantu mengoptimalkan frekuensi produksi sehingga dapat meminimasi biaya gabungan dari pemasok dan pembeli dengan mempertimbangkan emisi karbon. Model matematis ini juga akan membantu hasil nilai yang optimal dan menekan biaya yang besar karena pada penelitian ini berfokus untuk mengelola persediaan yang meminimumkan total biaya gabungan dengan mengintegrasukan antara pemasok dan multi pembeli. Maka dalam menentukan total biaya gabungan persediaan yang optimal digunakan model dengan pendekatan matematis dan optimasi menggunakan algoritma genetika.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut merupakan rumusan masalah dalam penelitian ini :

1. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apakah emisi karbon meminimasi dari total biaya gabungan pada hasil optimasi model rantai pasok Produk Batik?

1.3 Tujuan Penelitian

Berikut merupakan tujuan dari penelitian ini :

1. Tujuan dari penelitian ini adalah emisi karbon meminimasi hasil total biaya gabungan pada hasil optimasi model rantai pasok Produk Batik.

1.4 Manfaat Penelitian

Berikut merupakan manfaat dalam penelitian ini

1.4.1 Bagi Peneliti

Manfaat yang didapatkan bagi peneliti adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini memungkinkan peneliti untuk mengembangkan kemampuan analisis data dan interpretasi hasil yang kompleks dalam mengimplementasikan ilmu ilmu teori Teknik Industri

1.4.2 Bagi Perguruan Tinggi

Manfaat yang didapatkan bagi perguruan tinggi adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya yang berkaitan dengan sistem rantai pasok tertutup dengan mempertimbangkan jejak karbon

1.4.3 Bagi Perusahaan

Manfaat yang didapatkan bagi perusahaan adala h sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat menjadi bahan untuk evaluasi pada proses produksi untuk mengoptimalkan sistem rantai pasok tertutup dengan meminimalisir jejak karbon.

1.5 Batasan Penelitian

Berikut merupakan batasan dalam penelitian ini:

1. Data yang digunakan adaah data sekunder dari hasil penelitian sebelumnya.
2. Data-data biaya selama penelitian tidak berubah.
3. Model optimasi yang dibangun hanya berlaku untuk sistem rantai pasok yang diteliti, tidak berlaku untuk sistem rantai pasok Produk Batik yang lain.

1.6 Sistematika Penelitian

Sistematika penelitian digunakan untuk lebih fokus pada penelitian ini agar lebih jelas dan terstruktur. Berikut merupakan sistematika penulisan laporan secara garis besar pada setiap BAB nya.

BAB I PENDAHULUAN

Bab pertama terdiri dari pendahuluan, berisi mengenai penjelasan singkat latar belakang dari permasalahan penelitian, rumusan masalah yang didapatkan dari latar belakang penelitian, tujuan penelitian sebagai pembuktian dari penelitian, manfaat penelitian, objek penelitian, batasan penelitian agar lebih terfokuskan pada tujuan penelitian, dan sistematika penulisan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab kedua terdiri dari kajian literatur dan landasan teori yang berisi mengenai penelitian terdahulu, dasaran untuk menyelesaikan permasalahan, serta menunjukkan topik penelitian yang disusulkan memenuhi persyaratan dan kriteria yang dijelaskan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ketiga terdiri dari metode penelitian, berisi mengenai penjelasan singkat objek penelitian, data penelitian yang akan digunakan, dan alur penelitian yang berisikan tahapan apa saja yang akan dilakukan secara ringkas dan jelas.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab keempat terdiri dari proses pengumpulan dan pengolahan data yang didapatkan pada saat penelitian dengan metode yang telah dipilih. Dari hasil pengolahan data akan ditampilan dalam bentuk gambar, tabel maupun grafik.

BAB V PEMBAHASAN

Bab kelima ini terdiri atas pembahasan dan analisis mengenai hasil pengumpulan dan pengolahan data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Pembahasan penelitian ini disesuaikan dengan latar belakang, rumusan masalah, serta tujuan dari penelitian yang telah ditentukan, oleh karena itu menghasilkan kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir berisikan kesimpulan hasil penelitian yang didapatkan berdasarkan analisis dan pembahasan pada bab sebelumnya yang menjawab dari rumusan masalah yang sudah ditentukan. Pada bab ini juga berisikan saran yang akan diberikan peneliti untuk referensi penelitian selanjutnya.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Dalam bagian ini berisi mengenai *literature review* tentang penelitan yang serupa dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Pada bagian ini dapat dijadikan pembanding atau sumber referensi yang sekiranya relevan dengan metode ataupun permasalahan yang akan di teliti. Hal ini dilakukan untuk membantu peneliti mengetahui dari beberapa berbedaan hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan metode telah dilakukan.

Penelitian dengan judul "***Supply Chain Optimization Model for Fresh Cow's Milk to Reduce Carbon Emissions and Food Waste***" yang dilakukan oleh (Jeremi & Vanany, 2023). Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Mixed Integer Linear Programming* (MILP). Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk memudahkan proses optimasi dengan mempertimbangkan urgensi permasalahan mengenai tingginya permasalahan *food waste* dan emisi karbon. Metode yang digunakan dalam penelitian ini untuk didapatkan hasil analisis kondisi eksiting pada industri yang mengelola produk susu sapi segar dengan mendapatkan hasil kenaikan suhu yang merupakan variabel dalam penelitian ini berbanding terbalik dengan pertambahan total biaya. Yaitu semakin tinggi suhu aktual yang dihasilkan semakin tinggi raiso antara koefisien kinerja, dan semakin tinggi energi yang dibutuhkan untuk membekukan sehingga semakin tinggi biaya total rantai pasokan yang diperoleh.

Penelitian dengan judul "**Model Optimasi Jaringan Rantai Pasok Pada Sistem Informasi Harga Karet Rakyat Berbasi Web**" yang dilakukan oleh (Irvai & Herdiansyah, 2021). Penelitian ini menggunakan metode *Linier Programming* (LP). Penelitian ini dilakukan dengan tujuan menoptimalkan rantai pasok karet rakyat dari setiap saluran rantai pasok menggunakan sistem informasi yang dikelola menggunakan *website.* Dari hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil pengujian aplikasi *Quantitative Management* (QM) dengan mendapatkan hasil optimasi keuntungan maksimal pada salah satu saluran rantai pasok karet yaitu saluran ketiga.

Penelitian dengan judul "**Model Penentuan Ukuran Lot Gabungan Dalam Sistem Rantai Pasok *Single Vendor-Multi Buyer* Dengan *Reactive Lateral Transshipment***" yang

dilakukan oleh (Kusumawardhani, 2022). Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Joint Economic Lot Size* (JELS). Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengelola persediaan dalam meminimumkan total biaya gabungan dengan mengintegrasikan antara *Vendor* tunggal dan multi *Buyer* dengan kasus *transshipment.* Didapatkan hasil dari penelitian ini perhitungan total biaya gabungan pada model awal dan model koordinasi yang mendapatkan hasil dengan memberikan penghematan untuk total biaya gabungan sebanyak 1.32%.

Penelitian dengan judul "**Optimasi Sistem Distribusi Dalam Lingkup *Single-Products Multi-Buyers,* Menggunakan Pendekatan Algoritma Genetika**" yang dilakukan oleh (Permadi, 2024). Pada penelitian ini menggunakan metode Algoritma Genetika. Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan model matematis optimasi terhadap *Joint Total Cost* serta mendapatkan solusi dari penerapan metode Algoritma Genetika. Diketahui hasil dari penelitian ini yaitu bentuk model optimasi terbaik didapatkan dari iterasi 1000 generasi algoritma dengan parameter kromosom serta selisih *total joint cost* dari data perusahaan yang mengoptimasi total pengeluaran menggunakan metode Algoritma Genetika.

Penelitian dengan judul "**Optimasi Rute Distribusi tabung LPG 3 Kg Dengan Menggunakan Algoritma Genetika Pada Penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) (Studi Kasus pada PT. Jana Pusaka Migas)** yang dilakukan oleh (Fatnita & Lukmandono, 2020). Pada penelitian ini menggunakan metode Algoritma Genetika dengan bantuan *software.* Penelitian kali ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan rute distribusi yang telah ada dengan hasil rute menggunakan metode Algoritma Genetika agar pendistribusian dapat berjalan secara lebih efektif dan efisien. Dalam penelitian ini didapatkan hasil penurunan biaya distribusi sebesar 13% dari biaya semula atau penurunan sebesar Rp 301.500, dengan menggunakan alogaritma genetik didapatkan 2 skenario rute dalam 1 kali pengiriman sehingga pendistribusian tabung LPG 3 kg dapat dilakukan dengan lebih efisien dari rute sebelumnya.

Penelitian dengan judul "***Enchancing Food Supply Chain Efficiency: A Consolidation Shipping Approach For Multi-Product and Multiechelon"*** yang dilakukan oleh (Handayani, Iswardani, Haryono, & Prihatiningsih, 2023). Penelitian ini menggunakan metode *Linear Programming.* Penelitian ini bertujuan untuk menerapan konsolidasi dalam sistem distribusi multi-produk dan multiechelon agar mengoptimalkan penempatan dan distribusi produk secara efisien. Hasil dari penelitian ini adalah berhasil meningkatkan efisiensi muatan dan rute,

mengurangi jumlah perjalanan yang diperlukan, dan menghasilkan penghematan biaya transportasi yang susbtansial sebanyak 1.328.834.

Penelitian dengan judul "**Perancangan Model Integrasi Perencanaan Produksi dan Distribusi Pada Rantai Pasok Agroindustri Udang (Kasus PT X)**" yang dilakukan oleh (Herlina, 2021). Pada penelitian ini menggunakan metode *Mixed Integer Linear Programming* (MILP). Penenlitian ini bertujuan untuk menganalisis proses bisnis perencanaan produksi dan distribusi untuk mendapatkan posisi titik *decoupling* serta untuk meminimasi total biaya dan memaksimasi *service level*. Hasil dari penelitian ini adalah menunjukkan bahwa terdapat kondisi "over stock" yang lebih besar daripada "under stock". Ini menandakan bahwa PT X mampu memenuhi permintaan *Buyer* dengan baik, dan mempunyai kemampuan untuk berdaya saing dengan industri sejenis.

Penelitian dengan judul "**Optimasi Sistem Rantai Pasok *Multi-Eselon* Dengan Permintaan Probabilistik Menggunakan Pendekatan Teori Permainan *Stackelberg* dan Algoritma Evolusi**" yang dilakukan oleh (Pristiwaji, 2023). Penelitian ini dilakukan dengan metode teori permainan *Stackelberg* dan teori algoritma evolusi. Tujuan dari penelitian ini adalah membangun model optimasi rantai pasok yang diteliti berdasarkan teori permainan *stackelberg* dan menentukan pengkodean solusi serta batasanya agar dapat diselesaikan dengan metode algoritma evolusi. Hasil dari penelitian ini adalah teori permainan *stackelberg* diubah menjadi model optimasi dimana nilai proposi pemenuhan permintaan setiap pasok secara iterative sampai tercapai kondisi yang *steady-state*.

Penelitian dengan judul "***Optimizing Lot Sizing Model For Perishable Bread Products Using Genetic Algorithm"*** penelitian ini dilakukan oleh (Asih, Leuveano, & Dharmawan, 2023). Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Algoritma Genetika. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan jumlah pesanan yang optimal guna mengurangi total biaya pemesanan dengan mempertimbangkan rantai pasok yang ada termasuk permintaan pelanggan, kendala persediaan, kapasitas pemesanan, tingkat pengembalian, dan produk cacat. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah penerapan metode menunjukan efektivitas dalam meminimalkan pemborosan atau total biaya yang timbul dari produk yang kadaluarsa atau mudah rusak sekaligus meningkatkan dari permintaan pelanggan dengan lebih efisien.

Penelitian dengan judul "***Optimization of Wind Farm Yaw Offset Angle Using Online Genetic Algorithm With a Modified Elitism Strategy to Maximize Power Production***" penelitian ini dilakukan oleh (Kurniawan, Triwiyatno, & Setiawan, 2023). Pada penelitian ini

metode yang digunakan adalah Algoritma Genetika Online dengan strategi elitism yang dimodifikasi untuk mengatasi permasalahan pada penelitian ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan kinerja dari algoritma genetika dengan cara memodifikasi strategi elitism guna mengoptimalkan sudut offset yaw pada setiap turbin beradaptasi dengan lading angin yang beroperasi di lingkungan yang dinamis. Hasil dari penelitian ini adalah modifikasi dari strategi elitism dapat meningkatkan konvergensi kecepatan untuk melacak sudut offset yaw secara adaptif dan optimal pada berbagai aliran sudut angina, sehingga rata-rata peningkatan tenaga anginya lebih tinggi 1,94% dibandingkan penelitian sebelumnya.

Penelitian ini berjudul "***The Urgency of Environmentally Friendly Batik Products in Treating the Potential of The International Market****"* penelitian ini dilakukan oleh (Fitria & Yustisya, 2021). Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah metode kualitatif. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan standarisasi mutu industri batik agar mencapai label ramah lingkungan atau NDC (*National Determination Comitment*) guna membentuk industri batik yang dapat bersaing di pasar internasional. Hasil dari penelitian ini adalah proses produksi pada industri batik masih menggunakan bahan yang tidak ramah lingkungan menjadi permasalahan dalam peningkatan standarisasi industri batik, hal ini menunjukan bawah peningkatan standarisasi ramah lingkungan dapat meningkatkan daya tarik dan daya saing produksi batik untuk pasat internasional.

Penelitisn yang berjudul "**Optimasi Ukuran Lot Pada Sistem Rantai Pasok Multi Eselon Dengan *Reactive Lateral Transshipment****"*** penelitian ini dilakukan oleh (Rinaldi, 2023). Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah model *Joint Economic Lot Size* dengan mempertimbangkan *Reactive Lateral Transshipment*. Penelitian ini dilakukan untuk melakukan optimasi dari ukuran lot dan total biaya gabungan. Hasil dari penelitian ini diperoleh jumlah ukuran optimal model dengan koordinasi mengalami penghematan sebesar Rp. 47.787.100,00 atau dengan persentase sebesar 14,37%.

Penelitian ini berjudul "**Optimalisasi Biaya Distribusi dengan Model Transportasi Pada UMKM Pembuatan Tempe**" penelitian ini dilakukan oleh (Fadylla & Azizah, 2023). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *least cost* dan metode *modified distribution.* Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan biaya pasto dari pendistribusian untuk mengoptimalkan biaya distribusi di UMKM pembuatan tempe cengkong. Hasil dari penelitian ini adalah berhasil menunjukkan biaya optimal sebesar Rp. 9.523 dengan bantuan *software* POM QM.

Penelitian ini berjudul "**Ukuran Lot yang Ekonomis pada Model Persediaan Integrasi *Single Vendor* dan *Single Buyer***" penelitian ini dilakukan oleh (Dahda & Andesta, 2022). Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Economic Order Quantity* (EOQ) dan algoritma *iterative*. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan ukuran produksi yang optimal untuk meminimalkan biaya total persediaan gabungan dari *Vendor* dan *Buyer*. Hasil penelitian ini adalah biaya persediaan yang lebih kecil dari model persediaan pertama sebesar 114 unit dan persediaan kedua sebesar 142.

Penelitian ini berjudul "**Analisis Komukasi Bisnis Dalam Pengembangan *Green Enterpreneurship* Melalui Batik Ecoprint UMKM Batik Durenan Indah Semarang**" penelitian ini dilakukan oleh (Safira, Rahmah, & Indainanto, 2024). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kualitatif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui proses komunikasi bisnis yang dilakukan oleh perusaan batik di UMKM Batik Kampung Tematik Batik Batik Durenan Indah Semarang dalam mengembangkan *green entrepreneurship.* Hasil dari penelitian ini adalah pengembangan *green entrepreneurship* penting untuk meningkatkan kualitas perusahaan serta menjafa kelestarian lingkungan.

Penelitian ini berjudul "**Transformasi Batik Ecoprint Malang Selatan :" Optimai *Green Capital Budgeting* dan *Green Marketing* Untuk Pasar Global**" penelitian ini dilakukan oleh (Natasha, Aulia, & Syarifah, 2024). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kualitatif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi stategi praktis yang dapat membantu perusahaan batik ecoprint untuk mengoptimalkan modalnya secara berkelanjutan dan meningkatkan daya Tarik produk di pasar global melalui *Green Capital Budgeting* dan *Green Marketing* serta memperhatikan isu lingkungan hidup mengenai emisi karbon. Hasil dari penelitian ini adalah pengembangan *green capital budgeting* yang membantu pengelolaan sumber daya agar lebih efektif, sedangkan untuk *green marketing* membentuk meningkatkan brand image di pasar global dan menarik pelanggan untuk lebih sadar lingkungan.

Penelitian ini berjudul "**Sistem Persediaan Penentuan Ukuran Lot Pemesanan Menggunakan Metode Joint Economic Lot Size**" yang dilakukan oleh (Rendra & Arbi, 2024). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Joint Economic Lot Size*. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan ukuran lot pemesanan, total biaya gabungan pemasok dan pembeli. Hasil dari penelitian ini adalah menghasilkan ukuran lot yang optimal 587 unit dan total gabungan Rp. 4.311.002.

Tabel 2. 1 *Research Gap* Penelitian

No	**Tahun**	**Objek**	**Optimasi *Supply Chain***	**Minimasi Jejak Karbon**	**Algoritma Genetika**	**Total *Cost***
1	2023	Susu Sapi	√	√		√
2	2021	Karet	√			√
3	2022	Batik	√			√
4	2023	Batik	√		√	√
5	2020	LPG 3	√		√	√
6	2023	Coklat	√			√
7	2021	Udang	√		√	√
8	2023	Batik	√		√	
9	2023	Roti	√		√	√
10	2023	Sudut *Offset Yaw*			√	
11	2021	Batik	√	√		
12	2023	Batik	√		√	√
13	2023	Tempe	√			√
14	2022	-	√		√	√
15	2024	Batik	√	√		
16	2024	Batik	√	√		√
17	2024	Biaya	√			√

2.2 Landasan Teori

Landasan teori ini berisikan tentang istilah, teori ataupun formula yang terkait dengan penelitian yang dilakukan. Landasan teori disusun dengan bersumber pada jurnal yang valid dan buku.

2.2.1 Rantai Pasok (*Supply Chain*)

Rantai pasok atau yang disebut juga dengan *Supply Chain* memiliki pengertian maupun definisi dari beberapa pandangan. Menurut Robert B Handfield dan Ernest L. Nichols tahun 1999, manajemen rantai pasok adalah pengelolaan aktivitas yang terdiri dari perencaan, pengadaan,

produksi, pengiriman, dan pengelolaan kembali produk ataupun jasa dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan secara efektif dan efisien. Dengan keterlibatan secara aktif dan kolaboratif antar *Vendor* dan pelanggan menjadi kunci utama untuk menciptakan nilai tambah dalam rantai pasok. Sedangkan menurut (Heizer & Render, 2008) rantai pasok adalah integrase dari aktivitas pengadaan bahan dan pelayanan, pengubahan menjadi barang setengah jadi dan produk akhir, serta pengiriman ke konsumen. Secara lebih terperinci menurut (Chopra & Meindl, 2013) mengartikan bahwa rantai pasok sendiri tidah hanya sebatas pada pabrik dan *Vendor* saja, tetapi juga melihat dari sisi distributor, bahan baku, retailers bahkan perlu melihan dari kebutuhan konsumen yang akan dipenuhi untuk membentu sebuah sistem rantai pasok yang efektif.

Secara umum rantai pasok merupakan serangkaian kegiatan yang mencakup semua tahapan yang ada dalam proses produksi dan distribusi produk, dari awal hingga akhir produk tersebut sampai kepada tangan konsumen.Rantai pasok jika dilihat secara luas tidak hanya dalam peningkatan nilai tambahnya saja, namum juga untuk memenuhi kebutuhan konsumen, peningkatan daya saing, kenaikan keuntungan, dan membangun relasi yang baik antar komponen dalam rantai pasok yang terlibat (Chauhan & Proth, 2005). Prinsip penting dari rantai pasok sendiri adalah transparansi informasi dan kolaborasi baik antara fungsi di internal perusahaan ataupun dengan eksternal pihak-pihak luar yang bekerjasama dengan perusahaan disepanjang produksi pada rantai pasok berlangsung.

Berdasarkan definisi diatas dapat disimpulkan bahwa *Supply Chain* merupakan suatu rangkaian proses dan aliran yang terjadi di dalam dan di antara tahapan rantai pasok yang berbeda dan berkombinasi untuk memenuhi kebutuhan konsumen. *Supply chain* juga sistem yang terdiri dari rangkaian proses untuk dapat menggabungkan komponen-komponen kerja yang terdiri atas *Vendor* material, fasilitas produksi, hingga pelanggan dan selalu dituntut untuk menciptakan sebuah pengembangan berupa solusi dan sinkronisasi aliran produk atau jasa.

2.2.2 Persediaan

Persediaan mempunyai arti merupakan bahan atau barang yang disimpan untuk memenuhi tujuan contohnya pada pemenuhan proses produksi, digunakan untuk dijual kembali, dan digunakan untuk suku cadang peralatan produksi atau mesin (Herjanto & Eddy, 1999). Dari pendapat lain persediaan juga diartikan sebagai sebuah aktivitas dimana barang milik perusahaan di produksi dengan tujuan untuk dijual Dallam periode yang telah ditentukan oleh

perusahaan atau persediaan barang yang dalam tahap proses produksi maupun masi dalam bentuk bahan baku dasar yang belum dilakukan proses pengolahan ataupun produksi, menurut (Assauri & Sofyan, 2008). Dimana persediaan ini juga dapat meliputi simpanan bahan baku baik bahan baku mentah, bahan baku dalam proses, dan bahan baku jadi, tidak hanya produk jadi yang telah selesai diproses dan siap untuk dijual.

Menurut dari beberapa pendapat para ahli dapat diambil kesimpulan bahwa persediaan adalah stok bahan atau barang maupun sumber daya yang disimpan pada gudang perusahaan yang berfungsi untuk memenuhi dari proses produksi atau dijual kembali supari perusahaan mendapatkan keuntungan dan dapat memenuhi kebutuhan konsumen.

2.2.3 Pengendalian Persediaan

Dalam kegiatan memproduksi barang pengendalian stok barang juga tidak terlepas dari persediaan bahan baku, karena kedua hal tersebuh sangat saling berkaitan. Persediaan mendukung proses produksi secara terus-menerus dan membantu mencapai titik optimum targer produksi. Pengendalian persediaan sendiri adalah sebuah prosedur manajerial yang bermaksut untuk menerapkan sebuah kebijakan mengenai persediaan, dimana penetapan tingkat persediaan yang berada dalam pengawasan proses penambahan persediaan dengan tingkat besaran tertentu tergantung dengan kebutuhan barang oleh perusahaan (Herjanto & Eddy, 1999).

Dari penjelasan diatas dengan adanya pengendalian persediaan perusahaan memiliki tujuan pengendalian persediaan, yaitu sebagai berikut :

1. Menjamin persediaan ada dengan optimal agar tidak terjadi kehabisan stok persediaan yang menghambat proses produksi.
2. Menjaga dari pengandaan persediaan yang melebihi target atau terlalu banyak agar tidak menimbulkan biaya persediaan yang berlebih.
3. Menjaga pembelian persediaan dengan jumlah yang rendah agar dapat menaikan biaya pemesanan.

2.2.4 Metode Pengendalian Persediaan

Menurut Ishak (2010) pada saat melakukan penyelesaian masalah mengenai pengendalian persediaan dapat diartikan sebagai berikut :

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

Dalam penyelesaian metode ini dibutuhkan pendekatan ilmu matematika dan statistik dimana pemecahan masalah kuantitatif dalam sistem persediaan. Metode ini juga digunakan untuk mencari pemecahan masalah optimal mengenai :

a. Jumlah ukuran pemesanan ekonomis (EOQ)
b. Titik pemesanan kembali (*Reorder Point*)
c. Jumlah cadangan pengaman (*Safety Stock*)

2. Metode Persediaan *Just In Time* (JIT)

   Metode persediaan ini merupakan sebuah metode yang digunakan untuk mengurangi atau menghilangkan jumlah persediaan, dalam perhitungan metode yang didasarkan pada model persediaan deterministik (EOQ) atau model probabilistik P atau Q yang digunakan sebagai masukan dalam perhitungan metode JIT.

3. Metode Perencanaan Kebutuhan Material (*Material Requirement Planning*)

   Penyelesaian metode pengendalian ini secara tradisional kurang efektif apabila digunakan pada permasalahan permintaan yang bersifat tidak bebas (*Independent*) yang dimaksut permintaan tidak bebas adalah permintaan yang memiliki ketergantungan antara kebutuhan satu komponen dengan komponen yang lain. *Material Reuirement Planning* (MRP) adalah sistem yang dirancang untuk situasi permintaan bergelombang yang seecara tipikal karena permintaan tersebut adalah dependen. Sistem MRP ini memiliki tujuan untuk :

   a. Menjaga persediaan saat dibutuhkan untuk memenuhi jadwal produksi menjadi persediaan bagi konsumen.
   b. Menjaga tingkat persediaan pada kondisi minimum untuk mengurangi biaya persediaan.
   c. Merencanakan jadwal pengiriman, penjadwalan, dan aktivitas pembelian.

2.2.5 Jejak Karbon

Jejak karbon atau yang dikenal dalam Bahasa latin sebagai "*carbon footprint"* merupakan ukuran total emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh suatu individu, organisasi, produk maupun aktivitas tertentu yang biasanya dinyatakan dalam satuan ekuivalen karbon dioksida (CO_2e). Pada saat ini diperkirakan konsentrasi karbondioksida adalah yang paling menguasai di atmosfer. Setiap orang dalam kegiatan sehari-hari yang memerlukan energi akan menghasilkan emisi karbondioksida, semakin banyak aktivitas yang dilakukan oleh manusia semakin tinggi juga nilai emisi karbon yang dihasilkan (Admaja, Nasirudin, & Sriwinarno,

2018). Hal ini menunjukan terjadinya hubungan antara aktivitas manusia denga kualitas udara di atmosfer.

Protokol Kyoto (1998) mengatakan, enam jenis gas yang digolongkan sebagai Gas Rumah Kaca (GKR) utama, karbondioksida (CO_2) adalah GKR antropogenik paling penting. Berdasarkan data konsentrasi global karbondioksida (CO_2) pada tahun 2005 meningkat nilainya dari 280 ppm3 ke 379 ppm3. Sedangkan konsentrasi karbondioksida (CO_2) tersebut jauh melebihi konsentrasi alami lebih dari 650.000 tahun terakhir (180-300 ppm). Dari 10 tahun terakhir dengan 1995-2005 rata-rata: 19,5 ppm per tahun (Rahayuningsih, Handayani, Abdullah, Solichin, & Arifin, 2021)

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

Dalam sebuah permasalahan persediaan, banyak permasalahan yang penyelesaianya melakukan perhitungan jumlah yang optimal secara individual, seperti pada pemasok yang menghitung sendiri jumlah lot produksi yang optimal dengan model yaitu seperti model EPQ sedangkan lain dari sisi pembeli yang menghitung jumlah lot pemesanan yang optimal dengan model EOQ. Pada kondisi nyata belum tentu hasil perhitungan optimal dari kedua pihak baik pemasok maupun pembeli saling menguntungkan, akan tetapi bisa saja hasil perhitungan optimal dari pihak pemasok dapat merugikan dari pihak pembeli dan sebaliknya. Oleh karena itu dari kedua pihak dapat melakukan koordinasi mengenai jumlah lot produksi dan jumlah lot pemesanan yang disebut dengan istilah *Joint Economic Lot Size* (JIELS) (Agustin & Dahda, 2022)

Dalam pengertianya model *Joint Economic Lot Size* (JIELS) merupakan suatu model dimana pemasok dan pembeli dapat melakukan koordinasi dalam penentuan lot produksi dan jumlah lot pemesanan yang jumlah keseluruhanya adalah jumlah optimal sehingga dapat mengguntungkan kedua belah pihak dan dapat meminimasi biaya gabungan. Beberapa penemuan model yang dikembangkan masih berasumsi menggunakan permintaan deterministikan, dalam kondisi nyata permintaan akan bervariasi dari waktu ke waktu yang disebabkan oleh berbagai macam kendala. Asumsi permintaan deterministic tersebut akan membuat model persediaan yang ada susah untuk dilakukan dalam kondisi nyata. Salah satu manfaat penerapan model *Joint Economic Lot Size* (JIELS) adalah mampu menghasilkan total biaya persediaan lebih rendah sehingga keuntungan bersih yang didapat bisa dibagi oleh kedua pihak. Namun dari itu juga terdapat keterbatasan dalam penerapan modelnya yaitu untuk menjadikan informasi transparan dimana penting mengembangkan kepercayaan dalam

hubungan antara pemasok dan pembeli yang mungkin sebelumnya bersifat konfroantif dan penggunaan model ini hanya memberikan informasi mengenai serangkaian tindakan terbaik yang dapat diambil oleh pemasok dan pembeli untuk meminimalkan biaya rantai pasok.

2.2.7 Algoritma Genetika

Algoritma Genetika adalah sebuah metode yang berdasarkan atas prinsip evolusi genetika, yang dapat bertahan dan akan terus berkembang. Algoritma Genetika merupakan sebuah metode yang menduplikasi sebuah sistem genetika biologis berdasarkan teori evolusi Darwin yang berupaya menghasilkan generasi (solusi) terbaik dalam sebuah populasi secara alami melalui seleksi alam (Armandi, Purwani, & Linarti, 2019). Dalam sebuah populasi, ada beberapa jenis kromosom yang harus mempunyai nilai kekuatan atau kadungan yang unggulan sehingga tidak dapat tersingkirkan seperti halnya kromosom yang mempunyai nilai lemah atau berkualitas buruk. Kromosom sendiri adalah solusi yang didapat dari berbagai penggabungan metode, setiap kromosom sendiri terdiri dari susunan banyak gen mewakili satu individu dalam setiap populasi pada satu generasi. Metode optimasi ini merupakan salah satu metode yang tersedia pada *software Microsoft Excel* di dalam menu *solve* yang digunakan untuk mencari solusi optimal pada sebuah model.

Algoritma Genetika memiliki perbedaan mendasar dalam empath al apabila dibandingkan dengan metode pencarian solusi yang lain yaitu (Utomo, Poeri S, & Rahayu, 2012) :

1. Algoritma genetik memanipulasi himpunan parameter yang terkode, bukan secara langsung pada parameter tersebut.
2. Algoritma genetik melakukan pencarian dari suatu populasi titik, bukan dari satu titik tunggal yang bersifat heuristik.
3. Algoritma genetik memanfaatkan informasi yang ada secara langsung dan tidak memanfaatkan derivasu atau pengetahuan tambahan yang lainnya.
4. Algoritma genetik menggunakan aturan transisi yang probabilistic bukan aturan yang deterministik.

BAB III

METODE PENELITIAN

4.1 Objek Penelitian

Objek penelitian yang akan diteliti adalah pengoptimalan proses rantai pasok pada perusahaan yang memproduksi Batik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan sistem rantai pasok Produk Batik dengan mempertimbangkan jejak karbon untuk meminimalkan total biaya rantai pasok secara keseluruhan dengan metode Algoritma Genetika (AG).

4.2 Jenis Data Penelitian

Pada penelitian ini sumber data yang diperlukan dalah data sekunder dan data primer. Data sekunder sendiri merupakan data penelitian yang diambil secara tidak langsung dari sumber ataupun perusahaan. Data sekunder pada penelitian kali ini adalah data permintaan konsumen dan data biaya rantai pasok. Sedangkan data primer merupakan data yang diambil oleh peneliti, data primer yang diambil adalah data emisi karbon. Untuk data yang dipilih pada UMKM Batik sebagai *Vendor* adalah sebagai berikut :

1. Data pemesanan konsumen
2. Biaya *setup*
3. Biaya penyimpanan
4. Biasa *Lost Sales*
5. Biaya emisi karbon

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

1. Data permintaan dari konsumen dan antar konsumen
2. Biaya pemesanan ke *Vendor*
3. Biaya pemesanan antar konsumen
4. Biaya penyimpanan
5. Biaya *Lost Sales*

4.3 Alur Penelitian

Berikut merupakan diagram alur penelitian yang menggambarkan alur pada penelitian yang dilakukan:

Penjelasan dari diagram alir penelitian ini :

1. Melakukan identifikasi masalah pada perusahaan

   Tahapan pertama adalah melakukan identifikasi masalah, peneliti melakukan penjelasan terkait permasalahan yang terjadi secara terperinci pada perusahaan, dengan menjelaskan sebab akibat adanya permasalahan mengenai sistem rantai pasok pada perusahaan.
2. Menentukan rumusan masalah dan tujuan penelitian

   Setelah melalui tahap identifikasi masalah, kemudian menentukan rumusan masalah yang telah didapatkan dari garis besar permasalahanya. Selanjutnya menentukan tujuan penelitian untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan rumusan permasalahan dari penenlitian ini.
3. Menentukan batasan penelitian

   Setelah menentukan rumusan masalah dan tujuan penelitian, kemudian penentuan batas penelitianya. Batas penelitian ini untuk membantu peneliti memfokuskan penelitian menjadi terarah dan mencapai tujuan penelitian.
4. Melakukan kajian literatur terkait penelitian terdahulu dan landasan teori

   Setelah menentukan batasan penelitian, peneliti mengumpulkan informasi mengenai penelitian terhdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan serta landasan teori yang sesuai.
5. Mengumpulkan data kebutuhan penelitian

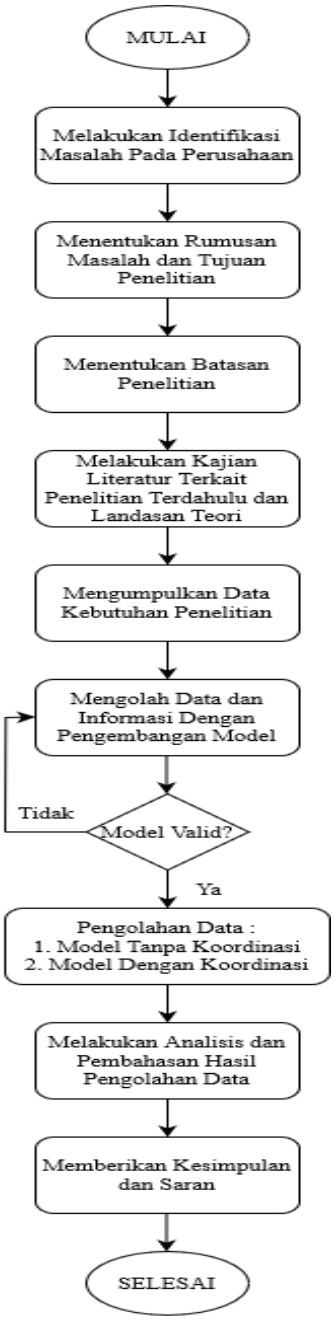
   Setelah melakukan kajian literatur maka peneliti akan melakukan pengambilan data yang akan di olah untuk analisis sesuai dengan model optimasi gabungan. Data yang diperoleh dari penelitian ini adalah berupa data sekunder dan data primer. Data yang dibutuhkan adalah data *Vendor* dan *Buyer* dalam proses produksi batik, data biaya dari *Vendor*, dan data biaya pada *Buyers*.
6. Mengolah data dan informasi yang diperoleh dengan pengembangan model

   Pada tahap pengolahan data ini akan dilakukan pengembangan model matematis yang berdasarkan parameter-parameter penelitian. Dari data yang diperoleh pada perusahaan kemudian dilakukan perhitungan numerik dengan model tanpa koordinasi dan model dengan koordinasi.
7. Melakukan analisis dan pembahasan hasil pengolahan data

Hasil dari pengolahan data yang telah mengikuti tahapan sebelumnya kemudian akan dianalisis secara keseluruhan dan akan memunculkan solusi untuk menyelesaikan permasalahan yang ada.

8. Memberikan kesimpulan dan saran

   Pada tahapan akhir penelitian ini, peneliti akan memberikan rangkuman dari hasil analisis atau kesimpulan mengenai apa saja yang didapatkan dari penelitian menjawab rumusan masalah yang telah ditentukan pada tahap awal penelitian.



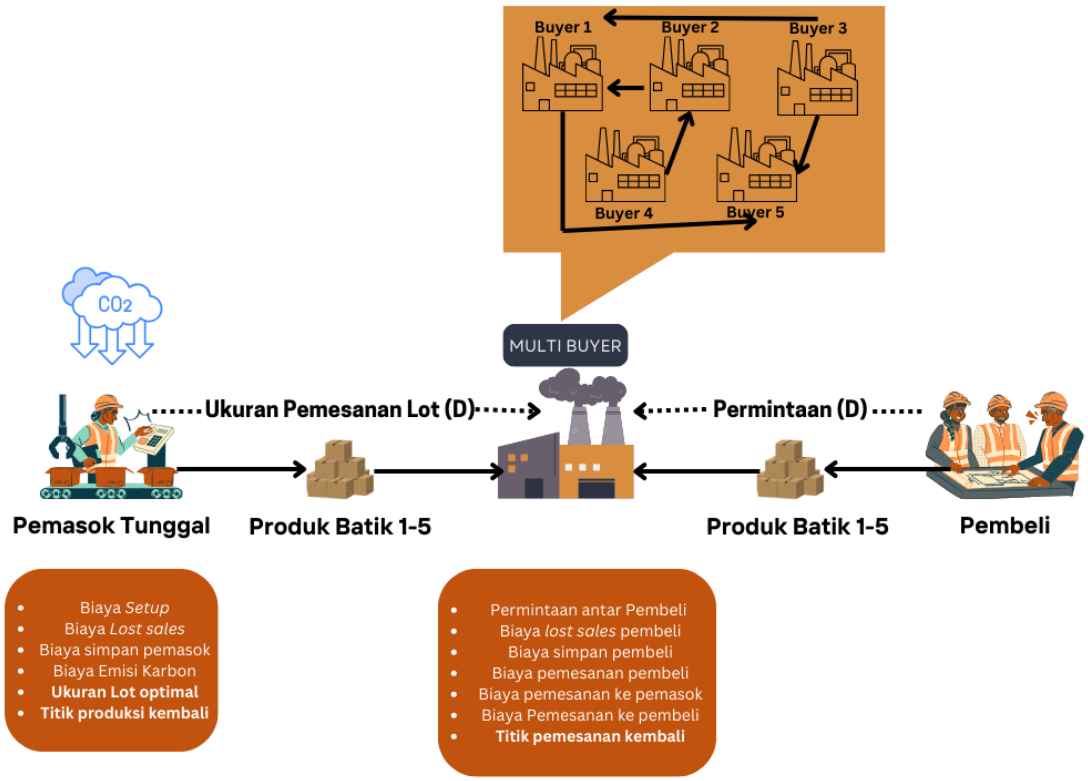
Gambar 3. 1 Diagram Alur Penelitian

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

5.1 Deskripsi Sistem

Dalam penelitian ini, sistem perusahaan yang dipertimbangkan adalah rantai pasok antara *Vendor* tunggal (*single Vendor*), multi *Buyer* (*multi Buyer*), dan multi produk. Subjek pada penelitian kali ini adalah perusahaan manufaktur yang bergerak untuk memproduksi batik. Dalam perusahaan ini permasalahan yang dihadapai adalah perusahaan manufaktur ini memiliki peran sebagai *Vendor* dan *retailer* memiliki pesan sebagai *Buyer*. Sistem yang dipakai dalam penelitian rantai pasok ini juga mempertimbangkan mengenai *lateral transshipment* antar *Buyer* dimana keadaan *Buyer* memiliki peluang untuk mengirimkan Produk Batik ke *Buyer* lainya sebagai usaha untuk memenuhi permintaan yang ada.



Gambar 4. 1 *Bussines Proses* UMKM Batik X di Yogyakarta

Proses rantai pasok perusahaan batik ini diawal dengan proses *Buyer* yang berjumlah 5, pada penelitian ini disebut sebagai *Buyer 1, Buyer 2, Buyer 3, Buyer 4,* dan *Buyer 5* yang menerima permintaan dari konsumen akhir. Sebagai *Vendor* industri batik ini menjual 5 macam Produk Batik yaitu dalam penelitian ini disebut dengan produk 1, produk 2, produk 3, produk 4, dan produk 5. Kemudian *Buyer* akan melakukan pengecekan ketersediaan stok Produk Batik di gudang, apabila stok batik telah mencapai apda titik pemesanan ulang (*reorder point*) maka dari itu akan melakukan pemesanan produk sejumlah *Q* unit kepada pihak *Vendor* dengan biaya pemesanan (*Ordering*). Selanjutnya *Vendor* akan menerima informasi pemesanan dari *Buyer* dan mulai melakukan beberapa ukuran lot produksi sebesar *P* dengan biaya *set up* sebesar *S* dan biaya emisi karbon.

Pada penelitian ini permintaan dari *Buyer* bersifak stokastik berdistribusi normal dimana rata-rata *D* dan standar deviasi σ atau disebut berdistribusi *uniform.* Permintaan antar *Buyer* berdistribusi *uniform* sedangkan *lead time* pada penelitian ini adalah konstan. Permintaan bersifat probabilistik yang juga menyebabkan risiko adanya kekurangan persediaan (*storage*) berupa *Lost Sales* yang biayanya ditanggung oleh pembeli. Dikarenakan pada penelitian ini dari pemasok memiliki proses produksi yang menggunakan bahan baku yang melibatkan emisi karbon dimana tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengelola total biaya dari hasil produksi permintaan yang optimal menggunakan model matematis dengan mengkoordinasikan pemasok tunggal dan pembeli untuk menentukan jumlah produksi serta jumlah pemesanan yang optimal, sehingga dapat mengoptimalkan dari total biaya yang didapatkan dengan mempertimbangkan emisi karbon.

4.2 Komponen Model

4.2.1 Notasi

Berikut meruoakan notasi yang akan digunakan pada penelitian ini :

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, …*T*

Parameter

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

4.2.2 Variabel Keputusan dan Kriteria Performansi

Variabel keputusan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

Q^*	: ukuran lot pemesanan optimal pembeli	(unit)
P^*	: ukuran lot produksi optimal pemasok	(unit)
r_b^*	: titik pemesanan ulang pembeli	(unit)

r_v* : titik produksi ulang pemasok (unit)

sedangkan kriteria performansi yang digunakan pada penelitian adalah sebagai berikut :

TC_b : total biaya dari pembeli

TC_v : total biaya dari pemasok

JTC : total biaya gabungan pembeli dan pemasok

4.2.3 Asumsi dan Batasan Model

Berikut merupakan asumsi yang digunakan dalam penelitian ini :

1. Model yang digunakan terbatas pada sistem persediaan pemasok tunggal, multi pembeli, dan multi produk.
2. Biaya transportasi per unitnya dari *Vendor* ke *Buyer* maupun *Buyer* ke *Buyer* adalah konstan dan independen terhadap jumlah pesanan, sehingga biaya transportasi bisa diabaikan.
3. *Leadtime* adalah konstan yaitu 1 bulan.
4. Tingkat produksi lebih besar dari total permintaan ($P \geq D$).
5. Tidak mempertimbangkan *safety stock* dan *backorder*.
6. Biaya-biaya yang ada pada penelitian ini adalah konstan tidak dipengaruhi oleh inflasi dan lainnya.
7. Dari pemasok memiliki bahan baku yang digunakan yaitu emisi karbon yang dipertimbangkan untuk mengoptimalkan total biaya dan mengoptimalkan dari penggunaanya.

4.3 Pengembangan Formulasi Model Matematika

4.5.1 Fungsi Tujuan

Fungsi tujuan dalam model yang dikembangkan adalah untuk mengoptimalkan total biaya gabungan antara pemasok dan pembeli. Total biaya yang dipilih ini meliputi biaya persediaan pemasok, biaya setup produksi, biaya *Lost Sales* pemasok, biaya persediaan pembeli, biaya pemesanan ke pemasok, biaya *Lost Sales* pembeli, biaya pemensanan antar pembeli serta biaya emisi karbon. Variabel keputusan dari model ini adalah jumlah pemesanan produk ke pemasok, dimana titik pemesanan kembali dan jumlah produksi optimal dimiliki olek pemasok. Berikut merupakan fungsi tujuan dari model ini :

$$Minimasi\ JTC = TC_v + TC_b \quad \text{...(4.1)}$$

Komponen biaya pada fungsi tujuan diatas akan dijelaskan secara rinci pada subbab dibawah ini :

4.5.2 Total Biaya Pembeli

A. Biaya Persediaan (*Inventory Cost*)

Biaya persediaan adalah biaya yang dikeluarkan oleh pembeli dalam proses penyimpanan produk. Biaya persediaan ini adalah perkalian antara penjumlahan persediaan selama periode tertentu, pada penelitian ini yaitu sebanyak 60 bulan atau dalam 5 tahun yang kemudian dikalikan dengan biaya simpan pembeli pe unitnya. Berikut ini merupakan rumus total biaya persediaan pembeli :

$$HC_b = \sum_{b=1}^{b}\sum_{t=1}^{t}\sum_{p=1}^{p} I_{btp} \times h_{bp} \quad \text{…(4.2)}$$

Keterangan :

I_{btp} : persediaan untuk pembeli *b*, periode *t*, dan produk *p*

h_{bp} : biaya penyimpanan per unit milik pembeli *b* pada produk *p*

B. Biaya *Lost Sales*

Biaya kekurangan (*Shortage Cost*) dibagi menjadi dua bagian yaitu ekpektasi biasa *backorder* dan biaya *Lost Sales.* Biaya *shortage* muncul ketika terjadi ketidaksediaan produk pada waktu yang diperlukan dan tidak ada persediaan digudang. Pada penelitian ini kekurangan persediaan dianggap sebagai *Lost Sales* serta diasumsikan pembeli tidak melakukan *backorder* (pemesanan ulang secara mendadak). *Lost Sales* terjadi jika pembeli tidak bisa memenuhi permintaan konsumen, apabila jumlah permintaan lebih besar daripada stok produk yang dimiliki di gudang. Berikut merupakan rumus total biaya *Lost Sales :*

$$SC_b = \sum_{b=1}^{b}\sum_{t=1}^{t}\sum_{p=1}^{p} LS_{btp} \times l_b \quad \text{…(4.3)}$$

Keterangan :

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

l_b : Biaya *Lost Sales* per unit yang ditanggung oleh pembeli *b*, dan produk *p*

C. Biaya Pemesanan ke Pemasok

Biaya pemesanan adalah biaya yang dikeluarkan setiap kali pembeli *b* melakukan pemesanan ke pemasok. Berikut merupakan rumus total biaya pemesanan :

$$OC_{bv} = \sum_{b=1}^{b} \sum_{t=1}^{t} \sum_{p=1}^{p} Q_{btp} \times A_{bv} \quad \ldots(4.4)$$

Keterangan :

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

A_{bv} : Biaya pemesanan pembeli *b* ke pemasok

D. Biaya Pemesanan antar Pembeli

Biaya pemesanan antar pembeli adalah biaya yang dikeluarkan pada setiap kali pembeli melakukan pemesasnan ke pembeli lainnya. Data permintaan antar pembeli diperoleh dari hasil *generate random* berdasarkan dari data distribusi *uniform* menggunakan *software Microsoft Excel.* Berikut adalah rumus untuk toal biaya pemesanan antar pembeli :

$$OC_{bb} = \sum_{b=1}^{b} \sum_{t=1}^{t} \sum_{p=1}^{p} d_{btp} \times A_{bb} \quad \ldots(4.5)$$

Keterangan :

d_{btp} : pemesanan yang dilakukan antar pembeli pada produk *b*, periode *t*, pembeli *p*

A_{bb} : biaya pemesanan antar pembeli

4.5.3 Total Biaya Pemasok

A. Biaya Persediaan Pemasok (*Inventory Cost*)

Biaya simpan adalah perkalian antara penjumlahan persediaam selama 60 bulan atau selama 5 tahun. Kemudian dikalikan biaya simpan pemasok per unit. Berikut merupakan rumus total biaya simpan pemilik pemasok :

$$HC_v = \sum_{p=1}^{p} \sum_{t=1}^{t} I_{vtp} \times h_v \quad \ldots(4.6)$$

Keterangan :

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

h_v : Biaya simpan pada produk *p* milik pemasok

B. Biaya *Lost Sales*

Ketidaksanggupan pemasok memenuhi permintaan pembeli dalam penelitian akan dianggap sebagai *Lost Sales* yang biayanya ditanggung oleh pemasok. Berikut adalah rumus biaya *Lost Sales* pemasok :

$$SC_v = \sum_{p=1}^{p} \sum_{t=1}^{t} X_{vtp} \times l_v \quad \ldots(4.7)$$

Keterangan :

X_{vtp} : *Lost Sales* yang terjadi pada *Vendor* pada periode *t* dan produk *p*

l_v : Biaya *Lost Sales* yang ditanggung oleh *Vendor* per unit

C. Biaya *Setup*

Biaya *setup* adalah biaya yang didapatkan dari perkalian antara jumlah produksi dalam satu kali *setup* dikalikan dengan biaya *setup* yang harus dikeluarkan untuk setiap kali produksinya. Berikut merupakan rumus total biaya *setup* yang harus dikeluarkan pemasok:

$$SC = \sum_{p=1}^{p} \sum_{t=1}^{t} P \times S \quad \ldots(4.8)$$

D. Biaya Emisi Karbon

Biaya emisi karbon adalah biaya yang didapatkan dari perkalian antara jumlah konsumsi energi, intensitas karbon dan biaya emisi karbon yang dikeluarkan pada saat produksi. Dimana biaya-biaya tersebut didapatkan dari 3 mesin yang digunakan yaitu ada mesin *Boiling and dying , Drying,* dan *wax melting.* Berikut merupakan rumus total biaya emisi karbon yang harus dikeluarkan pemasok :

$$CC_v = (EC \times CI \times CT) \times C_v$$

$$CC_v = \sum_{p=1}^{p} \sum_{t=1}^{t} PC_v \times C_v \quad \ldots(4.9)$$

Keterangan :

EC : Konsumsi energi tiap mesin yang dikeluarkan

CI : intensitas karbon

CT : Pajak karbon

PC_v : jumlah konsumsi energi emisi karbon yang dikeluarkan mesin

C_v :biaya emisi karbon

4.5.4 Total Biaya Gabungan

Total biaya gabungan pada sistem rantai pasok adalah hasil dari penjumlahan total biaya pembeli dan total biaya pemasok. Kemudian didapatkan total biaya gabungan pada model matematis ini dapat dirumuskan dengan rumus sebagai berikut :

$$JTC = HC_b + SC_b + OC_{bv} + OC_{bb} + HC_v + SC_v + SC + EKv \quad \ldots(4.10)$$

Keterangan :

HC_b : total biaya persediaan pembeli

SC_b : total biaya *Lost Sales* pembeli

OC_v : total biaya pemesanan pembeli ke pemasok

OC_{bb} : total biaya pemesanan pembeli ke pembeli

HC_v : total biaya persediaan pemasok

SC_v : total biaya *Lost Sales* pemasok

SC : total biaya *setup* pemasok

EK_v : total biaya emisi karbon

4.6 Algoritma Model

Dalam penelitian ini model pemecahan solusi yang akan dilakukan dibagi menjadi dua yaitu solusi model kondisi ril tanpa koordinasi dan solusi model dengan koordinasi.

4.6.1 Model Tanpa Koordinasi

Moden tanpa koordinasi ini merupakan keadaan dimana pengambilan keputusanya dilakukan oleh pemasok dengan pembeli secara parsial. Dimana pembeli melakukan optimasi nilai Q dan r, begitu juga dengan pemasok melakukan optimasi nilai P dan r. Berikut merupakan langkah-langkah perhitungan model tanpa koordinasi :

Tabel 4. 1 Langkah-langkah Perhitungan Model Tanpa Koordinasi

No	**PEMBELI**	**PEMASOK**
1.	*Generate* data permintaan untuk masing-masing pembeli pada setiap produk menggunakan fungsi *Ms. Excel*, untuk rumus distribusi normal sebagi berikut : =INT(NORMINV(RAND();$D;\sigma$) Untuk rumus distribusi *uniform* sebagai berikut : = RANDBETWEEN(batas bawah; batas atas)	Data permintaan pemasok diperoleh dari total jumlah pemesanan yang dilakukan oleh pembeli untuk setiap produk selama periode *t.* Berikut merupakan rumus permintaan pemasok : $D = \sum_{b=1}^{b} \sum_{t=1}^{t} \sum_{p=1}^{p} Q_b$ Dengan keterangan Q_b adalah jumlah pemesanan dari pembeli *b.*
2.	Membuat model simulasi perhitungan menggunakan tabel *excel.* Tabel yang dibuat berisikan perhitungan total permintaan dari pelanggan dan pembeli lain, total persediaan akhir, banyaknya *Lost Sales* serta total pemesanan. Rumus yang digunakan sebagai berikut : Total Permintaan = Permintaan pelanggan + Permintaan pembeli Persediaan Akhir = Persediaan awal – Total permintaan *Lost Sales* terjadi jika permintaan lebih besar dari persediaan gudang atau persediaan akhir kurang dari 0 atau negatif, sehingga permintaan pelanggan tidak dapat dipenuhi.	Membuat model simulasi perhitungan menggunakan tabel *excel.* Tabel yang dibuat berisi mengenai perhitungan total permintaan, total persediaan akhir, banyaknya *Lost Sales,* dan total produksi. Rumus yang digunakan sebagai berikut : Total Permintaan = Permintaan pembeli Persediaan Akhir = Persediaan awal – Permintaan *Lost Sales* terjadi jika permintaan lebih besar dari persediaan gudang atau persediaan akhir kurang dari 0 atau negatif, sehingga permintaan pelanggan tidak dapat dipenuhi.
3.	Pemesanan Q_b terjadi jika persediaan akhir kurang dari nilai *reorder point*	Pemasok melakukan produksi jika persediaan akhir kurang dari nilai

No	**PEMBELI**	**PEMASOK**
	dan tidak melakukan order pada periode sebelumnya. Nilai Q_b dan r_b di awal perhitungan diasumsikan belum ada atau menggunakan angka acak untuk kemudian dioptimasikan menggunakan *Solver Ms. Excel* dengan algoritma *Evolutionary*. Fungsi tujuan utama yaitu meminimasi total biaya masing-masing pembeli untuk setiap produk, dengan variabel pengubah Q_b dan r_b serta batasan-batasan tertentu.	produksi kembali. Nilai P dan r_v optimal dihitung menggunakan *Solver Ms. Excel* optimasi *Evolutionary*. Fungsi tujuan yaitu meminimasi total biaya pemasok untuk setiap produk, dengan variabel pengubah P dan r_v dengan batasan-batasan tertentu.
4.	Menghitung total biaya persediaan pembeli dengan rumus sebagai berikut : $$HC_b = \sum_{b=1}^{b}\sum_{t=1}^{t}\sum_{p=1}^{p} I_{btp} \times h_{bp}$$	Menghitung total biaya persediaan pemasok dengan rumus sebagai berikut : $$HC_v = \sum_{p=1}^{p}\sum_{t=1}^{t} I_{vtp} \times h_v$$
5.	Menghitung total biaya *Lost Sales* dengan rumus sebagai berikut : $$SC_b = \sum_{b=1}^{b}\sum_{t=1}^{t}\sum_{p=1}^{p} LS_{btp} \times l_b$$	Menghitung total biaya *Lost Sales* pemasok dengan rumus sebagai berikut : $$SC_v = \sum_{p=1}^{p}\sum_{t=1}^{t} X_{vtp} \times l_v$$
6.	Menghitung total biaya pemesanan ke pemasok dan biaya pemesanan antar pembeli dengan rumus sebagai berikut : $$OC_{bv} = \sum_{b=1}^{b}\sum_{t=1}^{t}\sum_{p=1}^{p} Q_{btp} \times A_{bv}$$ $$OC_{bb} = \sum_{b=1}^{b}\sum_{t=1}^{t}\sum_{p=1}^{p} d_{btp} \times A_{bb}$$	Menghitung total biaya *setup* pemasok dengan rumus sebagai berikut : $$SC = \sum_{p=1}^{p}\sum_{t=1}^{t} P \times S$$

No	PEMBELI	PEMASOK
7.	Menghitung total biaya pembeli dengan menjumlahkan biaya persediaan, biaya *Lost Sales* dan biaya *order* pembeli ke *Vendor* dan biayar *order* antar pembeli. $TC_b = HC_b + SC_b + OC_{bv} + OC_{bb}$	Menghitung total biaya emisi karbon pemasok dengan rumus sebagai berikut : $CC_v = \sum_{p=1}^{p} \sum_{t=1}^{t} PC_v \times C_v$
8.		Menghitung total biaya pemasok denggan menjumlahkan seluruh biaya persediaan, biaya *Lost Sales*, biaya *setup* dan biaya emisi karbon $JTC = HC_v + SC_v + SC + CCv$

4.6.2 Model Dengan Koordinasi

Model dengan koordinasi ini merupakan model dimana penentuan keputusan yang dilakukan oleh pemasok dan pembeli secara terintegrasi. Jika model tanpa koodinasi pembeli melakukan optimasi biaya secara tersendiri, pada model dengan koordinasi biaya yang dihitung merupakan total biaya gabungan pemasok dan pembeli. Berikut ini adalah langkah-langkah dari perhitungan model dengan koordinasi :

Tabel 4. 2 Langkah-langkah Perhitungan Model Dengan Koordinasi

No	Langkah-langkah
1.	Menggunakan model awal yang sudah ada pada perhitungan sebelumnya
2.	Melakukan optimasi dengan menggunakan *Solver Ms. Excel Evolutionery* dengan pilihan fungsi tujuan adalah seluruh total biaya gabungan antara semua pembeli dan pemasok. Variabel pengubah merupakan nilai Q_b dan r_b serta P dan r_v dari pemasok yang diperoleh pada perhitungan sebelumnya. Berikut merupakan batasan-batasanya : d. Nilai Q_b dan r_b adalah bilangan integer e. Batas bawah : nilai Q_b dan $r_b \geq 0$ atau bernilai positif f. Batas atas : nilai Q_b dan $r_b \leq 10000$ g. Nilai P dan r_v adalah bilangan integer

No	Langkah-langkah
	h. Nilai P dan r_v bernilai positif i. Nilai P lebih besar sama dengan nilai permintaan terbesar ($P \geq D$)
3.	Menghitung total persediaan akhir pembeli, total *Lost Sales*, dan total pemesanan pembeli. Setelah itu melakukan perhitungan total *inventory* akhir pemasok, total *Lost Sales* pemasok, dan total produksi pemasok.
4.	Menghitung total biaya persediaan pembeli dengan rumus sebagai berikut: $$HC_b = \sum_{b=1}^{b}\sum_{t=1}^{t}\sum_{p=1}^{p} I_{btp} \times h_b$$
5.	Menghitung total biaya *Lost Sales* pembeli dengan rumus sebagai berikut: $$SC_b = \sum_{b=1}^{b}\sum_{t=1}^{t}\sum_{p=1}^{p} X_{btp} \times l_b$$
6.	Menghitung total biaya *ordering* ke pemasok dan antar pembeli dengan rumus sebagai berikut : $$OC_{bv} = \sum_{b=1}^{b}\sum_{t=1}^{t}\sum_{p=1}^{p} Q_{btp} \times A_{bv}$$ $$OC_{bb} = \sum_{b=1}^{b}\sum_{t=1}^{t}\sum_{p=1}^{p} d_{btp} \times A_{bb}$$
7.	Menghitung total biaya persediaan pemasok untuk setiap produk dari semua *Buyer* dengan rumus sebagai berikut : $$HC_v = \sum_{p=1}^{p}\sum_{t=1}^{t} I_{vtp} \times h_v$$
8.	Menghitung total biaya *Lost Sales* pemasok dengan rumus sebagai berikut: $$SC_v = \sum_{p=1}^{p}\sum_{t=1}^{t} X_{vtp} \times l_v$$
9.	Menghitung total biaya *setup* pemasok dengan rumus sebagai berikut :

No	Langkah-langkah
	$SC = \sum_{p=1}^{p} \sum_{t=1}^{t} P \times S$
10.	Menghitung biaya emisi karbon pemasok dengan rumus sebagai berikut : $CC_v = \sum_{p=1}^{p} \sum_{t=1}^{t} PC_v \times C_v$
11.	Menghitung seluruh total biaya pembeli dan pemasok dengan menjumlahkan semua hasil biaya sebagai berikut : $JTC = HC_b + SC_b + OC_{bv} + OC_{bb} + HC_v + SC_v + SC + CC_v$

4.7 Validasi Model

Pada model validasi ini adalah sebuah tahap pembuktian dari formulasi model berdasarkan model yang telah dikembangkan dengan melakukan pengecekan dimensi satuan model. Tahapan dimana dilakukan validasi model dengan memeriksa kesesuaian dimensi satuan pada ruas kanan dan kiri. Pada validasi model ini menggunakan sumber penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Kusumawardhani (2022) sebagai dasaran pada validasi model yang akan dilakukan penambahan variabel yaitu biaya emisi karbon. Sehingga didapatkan hasil validasi model adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 3 Hasil Validasi Model

Persamaan	Pemeriksaan Satuan	Status
Biaya simpan 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	$SC_b = \sum_{b=1}^{b} \sum_{t=1}^{t} \sum_{p=1}^{p} X_{btp} \times l_b$	Valid

Persamaan	Pemeriksaan Satuan	Status
	$SC_b = unit \times \frac{Rp}{unit}$ $SC_b = \cancel{unit} \times \frac{Rp}{\cancel{unit}}$ $SC_b = Rp$	
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 pembeli ke pembeli	$OC_{bb} = \sum_{b=1}^{b} \sum_{t=1}^{t} \sum_{p=1}^{p} d_{btp} \times A_{bb}$ $OC_{bb} = unit \times \frac{Rp}{unit}$ $OC_{bb} = \cancel{unit} \times \frac{Rp}{\cancel{unit}}$ $OC_{bb} = Rp$	Valid
Biaya simpan 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 *Lost Sales* pemasok	$SC_v = \sum_{p=1}^{p} \sum_{t=1}^{t} X_{vtp} \times l_v$ $SC_v = unit \times \frac{Rp}{unit}$	Valid

Persamaan	Pemeriksaan Satuan	Status
	$SC_v = \cancel{unit} \times \frac{Rp}{\cancel{unit}}$ $SC_v = Rp$	
Biaya *setup* pemasok	$SC = \sum_{p=1}^{p} \sum_{t=1}^{t} P \times S$ $SC = \frac{unit}{bulan} \times \frac{Rp/unit}{bulan}$ $SC = \frac{\cancel{unit}}{\cancel{bulan}} \times \frac{Rp/\cancel{unit}}{\cancel{bulan}}$ $SC = Rp$	Valid
Biaya emisi karbon	$CC_v = \sum_{p=1}^{p} \sum_{t=1}^{t} PC_v \times C_v$	Valid

4.8 Pengolahan Data

Pada penelitian ini dilakukan pengolahan data yang perolehan datanya didapatkan berupa data sekunder dan data primer yang telah dijelaskan melalui bab metodologi penelitian. Pada tahap pengolahan data ini dilakukan perhitungan model tanpa koordinasi dan model denfan koordinasi untuk mengetahui model yang paling optimal.

4.8.1 Data Biaya-Biaya

Pada bagian pengumpulan data dilakukan untuk memenuhi semua kebutuhan pada penelitian yang akan dilakukan. Pada penelitian ini, data yang diperlukan adalah data sekunder dan data primer dari UMKM Batik. Berikut merupakan data-data yang akan digunakan pada penelitian ini :

Tabel 4. 4 Data Biaya-biaya *Vendor* dan *Buyer*

Jenis Biaya		Jenis Produk Batik				Satuan
	Produk 1	Produk 2	Produk 3	Produk 4	Produk 5	
Vendor						
Biaya Setup	5.700	5.700	5.700	5.700	5.700	Rp/unit/setup
Holding Cost(h1)	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	Rp/unit/bulan
Lost Sales(π1)	5.500	6.500	4.000	7.000	4.000	Rp/unit

Jenis Biaya		Jenis Produk Batik				Satuan
	Produk 1	Produk 2	Produk 3	Produk 4	Produk 5	
Buyer 1						
Ordering	13.000	13.000	13.000	13.000	13.000	Rp/4pcs
Holding Cost(h2)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	Rp/unit/bulan
Lost Sales(π2)	20.000	25.000	20.000	20.000	25.000	Rp/unit
Buyer 2						
Ordering	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	Rp/4pcs
Holding Cost(h3)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	Rp/unit/bulan
Lost Sales(π3)	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	Rp/unit
Buyer 3						
Ordering	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	Rp/4pcs
Holding Cost(h4)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	Rp/unit/bulan
Lost Sales(π4)	25.000	30.000	25.000	30.000	25.000	Rp/unit
Buyer 4						
Ordering	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	Rp/4pcs
Holding Cost(h5)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	Rp/unit/bulan
Lost Sales(π5)	35.000	25.000	25.000	25.000	25.000	Rp/unit
Buyer 5						
Ordering	13.000	13.000	13.000	13.000	13.000	Rp/4pcs
Holding Cost(h6)	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	Rp/unit/bulan
Lost Sales(π6)	25.000	25.000	25.000	35.000	30.000	Rp/unit

Pada proses pemesanan antar *Buyer* terdapat biaya pemesanan antar *Buyer* yaitu sebagai berikut :

Tabel 4. 5 Data Biaya Pemesanan Antar *Buyer*

Hubungan	Jumlah Biaya *Ordering*	Satuan
Buyer 1 ke *Buyer 5*	13.000	Rp/4 unit
Buyer 2 ke *Buyer 1*	8.000	Rp/4 unit
Buyer 3 ke *Buyer 1*	8.000	Rp/4 unit
Buyer 3 ke *Buyer 5*	8.000	Rp/4 unit

Hubungan	Jumlah Biaya *Ordering*	Satuan
Buyer 4 ke *Buyer 2*	8.000	Rp/4 unit

Pada proses produksi terdapat biaya emisi karbon yang didapatkan sebagai berikut :

Tabel 4. 6 Data Biaya Emisi Karbon

Mesin	Konsumsi Energi	Intensitas Karbon	Pajak Karbon	Biaya Emisi Karbon Harian
1. Boiling and dying machine	450 kWh	0,82 kgCo2	30 /kg	Rp11.070
2. Drying machine	300 kWh	0,82 kgCo2	30 /kg	Rp7.380
3. Wax melting machine	550 kWh	0,82 kgCo2	30 /kg	Rp13.530

4.8.2 Contoh Perhitungan Model Tanpa Koordinasi

A. Pembeli

Langkah 1 : *Generate* Data Permintaan Pembeli

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

Tabel 4. 7 Data Permintaan *Buyer 1*

Peiode (bulan)	Permintaan (unit)	Peiode (bulan)	Permintaan (unit)	Peiode (bulan)	Permintaan (unit)
1	264	21	265	41	270
2	261	22	299	42	311
3	309	23	332	43	267
4	334	24	343	44	339
5	252	25	325	45	280
6	301	26	253	46	319

Peiode (bulan)	Permintaan (unit)	Peiode (bulan)	Permintaan (unit)	Peiode (bulan)	Permintaan (unit)
7	332	27	311	47	293
8	310	28	269	48	328
9	336	29	242	49	227
10	288	30	325	50	352
11	288	31	239	51	304
12	276	32	272	52	292
13	287	33	335	53	324
14	291	34	363	54	277
15	309	35	274	55	270
16	300	36	333	56	358
17	355	37	315	57	368
18	346	38	256	58	263
19	247	39	332	59	290
20	252	40	304	60	331

Data diatas merupakan data permintaan dari *Buyer 1*, selain menerima permintaan dari *Buyer 1* juga menerima permintaan dari *Buyer 2* dan *Buyer 3* seperti konsep pada *lateral transshipment* bahwa pembeli dapat saling memenuhi kebutuhan permintaan dari satu sama lain. Pola permintaan dari pembeli lain berdistribusi *uniform*, untuk *Buyer 2* memiliki batas bawah 2 dan batas atasnya 10. Sedangkan untuk *Buyer 3* memiliki batas bawah 2 dan batas atasnya 15. Berikut merupakan hasil dari *generate* permintaan *Buyer 2* kepada *Buyer 1:*

Tabel 4. 8 Data Permintaan *Buyer 2* Kepada *Buyer 1*

Periode (bulan)	Permintaan (unit)	Peiode (bulan)	Permintaan (unit)	Peiode (bulan)	Permintaan (unit)
1	0	21	0	41	0
2	5	22	3	42	9
3	9	23	0	43	9
4	8	24	8	44	0

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

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

Tabel 4. 9 Data Permintaan *Buyer 3* Kepada *Buyer 1*

Peiode (bulan)	Permintaan (unit)	Peiode (bulan)	Permintaan (unit)	Peiode (bulan)	Permintaan (unit)
1	0	21	0	41	7
2	2	22	14	42	0
3	0	23	15	43	14
4	0	24	0	44	0
5	13	25	0	45	0
6	3	26	15	46	11

Peiode (bulan)	Permintaan (unit)	Peiode (bulan)	Permintaan (unit)	Peiode (bulan)	Permintaan (unit)
7	12	27	4	47	0
8	0	28	0	48	8
9	0	29	0	49	0
10	5	30	7	50	6
11	0	31	0	51	12
12	10	32	0	52	12
13	0	33	5	53	0
14	0	34	3	54	0
15	3	35	0	55	14
16	0	36	10	56	8
17	11	37	15	57	14
18	0	38	7	58	6
19	0	39	13	59	0
20	0	40	0	60	7

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

Pada subbab ini akan ditunjukkan contoh perhitungan hasil model untuk *Buyer 1* pada Produk Batik 1 saja untuk hasil perhitungan lengkapnya akan ditampilkan pada lembar lampiran

Berikut ini merupakan kebijakan produksi yang digunakan untuk *Buyer 1* untuk Produk Batik 1 berdasarkan hasil optimasi *Solver Evolutionary :*

Tabel 4. 10 Data *Buyer 1* Pada Produk Batik 1

Persediaan Awal (unit)	Jumlah Pemesanan *Q* (unit)	*Reorder Point* (unit)	*Lead Time* (bulan)
300	604	521	1

Contoh hasil model simulasi perhitungan *Buyer 1* pada Produk Batik 1:

Tabel 4. 11 Hasil Simulasi Perhitungan *Buyer 1* Produk Batik 1

Bulan (t)	**Persediaan Awal (unit)**	**Total Permintaan (*D*)**	**Persediaan Akhir (*I*)**	**Jumlah Pesan (*Q*)**	**Jumlah Pesan ke *Buyer 5 (D)***	**Jumlah *Lost Sales (X)***	**Stok Mutlak Persediaan Akhir (unit)**
1	300	264	36	604	5	0	36
2	640	261	372	0	0	0	372
3	372	309	54	604	0	0	54
4	658	334	316	0	3	0	316
5	316	252	51	604	4	0	51
6	655	301	351	0	0	0	351
7	351	332	7	604	0	0	7
8	611	310	301	0	3	0	301
9	301	336	-43	604	0	43	0
10	604	288	304	0	3	0	304
11	304	288	14	604	3	0	14
12	618	276	324	0	2	0	324
13	324	287	37	604	5	0	37
14	641	291	350	0	3	0	350
15	350	309	29	604	3	0	29
16	633	300	328	0	3	0	328
17	328	355	-48	604	0	48	0
18	604	346	251	0	2	0	251
19	251	247	4	604	0	0	4
20	608	252	351	0	0	0	351
21	351	265	86	604	4	0	86
22	690	299	374	0	0	0	374
23	374	332	27	604	2	0	27
24	631	343	280	0	0	0	280
25	280	325	-45	604	2	45	0

Bulan (t)	**Persediaan Awal (unit)**	**Total Permintaan (*D*)**	**Persediaan Akhir (*I*)**	**Jumlah Pesan (*Q*)**	**Jumlah Pesan ke *Buyer 5 (D)***	**Jumlah *Lost Sales (X)***	**Stok Mutlak Persediaan Akhir (unit)**
26	604	253	336	0	3	0	336
27	336	311	14	604	0	0	14
28	618	269	349	0	0	0	349
29	349	242	107	604	2	0	107
30	711	325	379	0	0	0	379
31	379	239	140	604	4	0	140
32	744	272	468	0	0	0	468
33	468	335	128	604	3	0	128
34	732	363	363	0	0	0	363
35	363	274	89	604	0	0	89
36	693	333	350	0	2	0	350
37	350	315	20	604	0	0	20
38	624	256	358	0	3	0	358
39	358	332	13	604	0	0	13
40	617	304	313	0	0	0	313
41	313	270	36	604	3	0	36
42	640	311	320	0	2	0	320
43	320	267	30	604	0	0	30
44	634	339	295	0	0	0	295
45	295	280	5	604	0	0	5
46	609	319	279	0	3	0	279
47	279	293	-19	604	0	19	0
48	604	328	268	0	3	0	268
49	268	227	38	604	3	0	38
50	642	352	278	0	0	0	278
51	278	304	-48	604	0	48	0

Bulan (t)	**Persediaan Awal (unit)**	**Total Permintaan (*D*)**	**Persediaan Akhir (*I*)**	**Jumlah Pesan (*Q*)**	**Jumlah Pesan ke *Buyer 5 (D)***	**Jumlah *Lost Sales (X)***	**Stok Mutlak Persediaan Akhir (unit)**
52	604	292	300	0	0	0	300
53	300	324	-30	604	5	30	0
54	604	277	317	0	0	0	317
55	317	270	33	604	0	0	33
56	637	358	264	0	4	0	264
57	264	368	-118	604	3	118	0
58	604	263	325	0	0	0	325
59	325	290	33	604	0	0	33
60	637	331	296	0	0	0	296
Total				**18090**	**90**	**351**	**10791**

Berdasarkan hasil perhitungan diatas diperoleh jumlah pemesanan kepada pemasok, jumlah pemesanan kepada pembeli lain, jumlah *Lost Sales,* dan jumlah persedian akhir. Setelah itu dilakukan perhitungan biaya-biaya milik pembeli

Langkah 3 : Melakukan Optimasi Q_b dan r_b

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

1. Q_b dan $r_b \geq 0$ yang bernilai positif
2. Q_b dan r_b merupakan bilangan integer

Hasil optimasi nilai Q_b dan r_b optimum adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 12 Hasil Optimasi *Buyer 1* Produk Batik 1

Jumlah Pemesanan Q_b (unit)	***Reorder Point* (unit)**
604	521

Langkah 4 : Perhitungan Biaya Persediaan

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

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

$$HC_{11} = 10.791 \times 2000$$

$$HC_{11} = Rp.21.582.000$$

Langkah 5 : Perhitungan Biaya *Lost Sales* Pembeli

Biaya *Lost Sales* pembeli diperoleh dari perkalian antara total *Lost Sales* dengan biaya *Lost Sales* pada *Buyer 1* untuk Produk Batik 1. Dengan perhitungan sebagai berikut :

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

$$SC_{11} = 351 \times 20.000$$

$$SC_{11} = Rp.7.020.000$$

Langkah 6 : Menghitung Biaya Pemesanan Pembeli

Biaya pemesanan untuk pembeli ini dibagi menjadi dua yaitu biaya pemesanan ke pemasok dan biaya pemesanan antar pembeli. Dalam contoh perhitungan ini *Buyer 1* melakukan pemesanan ke pemasok dan juga melakukan pemesanan ke *Buyer 5*. Maka dari itu biaya pemesanan ke pemasok dapat dihitung seperti :

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

$$OC_{v11} = 18.120 \times (\frac{13.000}{4pcs})$$

$OC_{v11} = Rp.58.890.000$

Selain itu terdapat juga perhitungan biaya pemesanan ke *Buyer 5* dengan perhitungan sebagai berikut :

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

$$OC_{151} = 90 \times \left(\frac{13.000}{4pcs}\right)$$

$OC_{151} = Rp.292.500$

Langkah 7 : Menghitung Total Biaya Pembeli

Perhitungan total biaya pembeli untuk *Buyer 1* Produk Batik 1, menjumlahkan total biaya persediaan, total biaya *Lost Sales*, dan total biaya pemesanan ke *Buyer 5*. Dengan perhitungan sebagai berikut :

$TC_{bp} = HC_b + SC_b + OC_{bvp} + OC_{bbp}$

$TC_{bp} = 21.582.000 + 7.020.000 + 58.890.000 + 292.500$

$TC_{bp} = Rp.87.784.500$

B. Pemasok

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

Perhitungan model yang dimiliki pemasok ini dilakukan untuk setiap produk dengan permintaan yang akumulasi jumlah pemesanan dari setiap pembeli. Model simulasi ini adalah model milik pemasok yang data permintaanya berasal dari jumlah pemesanan dari *Buyer 1* sampai *Buyer 5*. Untuk perhitungan lengkapnya terlampir pada lembar lampiran. Berdasarkan kebijakan produksi untuk Produk Batik 1 didapatkan hasil optimasi dengan menggunakan algoritma *Evolutionary* melalui *Ms. Excel* sebagai berikut :

Tabel 4. 13 Data Pemasok Pada Produk Batik 1

Persediaan Awal *I0* (unit)	**Jumlah Produksi *P* (unit)**	**Titik Produksi Kembali r_v (unit)**	***Lead Time* (bulan)**
1628	10	478	1

Berikut ini merupakan model simulasi dari pemasok untuk Produk Batik 1 :

Tabel 4. 14 Hasil Model Simulasi Perhitungan Pemasok Pada Produk Batik 1

Bulan (*t*)	**Persediaan Awal (unit)**	**Total Permintaan (*D*)**	**Persediaan Akhir (*I*)**	**Jumlah Produksi (*P*)**	**Jumlah *Lost Sales***	**Stok Mutlak Persediaan Akhir (*I*)**
1	1628	1628	0	10	0	0
2	10	0	10	0	0	10
3	10	1205	-1195	10	1195	0
4	10	164	-154	0	154	0
5	0	1205	-1205	10	1205	0
6	10	164	-154	0	154	0
7	0	1167	-1167	10	1167	0
8	10	297	-287	0	287	0
9	0	908	-908	10	908	0
10	10	461	-451	0	451	0
11	0	908	-908	10	908	0
12	10	556	-546	0	546	0
13	0	1072	-1072	10	1072	0
14	10	297	-287	0	287	0
15	0	908	-908	10	908	0
16	10	164	-154	0	154	0
17	0	1464	-1464	10	1464	0
18	10	0	10	0	0	10
19	10	1205	-1195	10	1195	0

Bulan (*t*)	**Persediaan Awal (unit)**	**Total Permintaan (*D*)**	**Persediaan Akhir (*I*)**	**Jumlah Produksi (*P*)**	**Jumlah *Lost Sales***	**Stok Mutlak Persediaan Akhir (*I*)**
20	10	164	-154	0	154	0
21	0	1205	-1205	10	1205	0
22	10	259	-249	0	249	0
23	0	1369	-1369	10	1369	0
24	10	0	10	0	0	10
25	10	908	-898	10	898	0
26	10	461	-451	0	451	0
27	0	908	-908	10	908	0
28	10	720	-710	0	710	0
29	0	908	-908	10	908	0
30	10	297	-287	0	287	0
31	0	1072	-1072	10	1072	0
32	10	297	-287	0	287	0
33	0	1167	-1167	10	1167	0
34	10	297	-287	0	287	0
35	0	1072	-1072	10	1072	0
36	10	297	-287	0	287	0
37	0	908	-908	10	908	0
38	10	556	-546	0	546	0
39	0	908	-908	10	908	0
40	10	461	-451	0	451	0
41	0	908	-908	10	908	0
42	10	297	-287	0	287	0
43	0	1072	-1072	10	1072	0
44	10	556	-546	0	546	0
45	0	1072	-1072	10	1072	0
46	10	297	-287	0	287	0

Bulan (*t*)	**Persediaan Awal (unit)**	**Total Permintaan (*D*)**	**Persediaan Akhir (*I*)**	**Jumlah Produksi (*P*)**	**Jumlah *Lost Sales***	**Stok Mutlak Persediaan Akhir (*I*)**
47	0	1072	-1072	10	1072	0
48	10	0	10	0	0	10
49	10	1628	-1618	10	1618	0
50	10	0	10	0	0	10
51	10	1205	-1195	10	1195	0
52	10	0	10	0	0	10
53	10	1369	-1359	10	1359	0
54	10	0	10	0	0	10
55	10	1464	-1454	10	1454	0
56	10	164	-154	0	154	0
57	0	1205	-1205	10	1205	0
58	10	0	10	0	0	10
59	10	1369	-1359	10	1359	0
60	10	259	-249	0	249	0
Total				**300**	**40016**	**80**

Langkah 2 : Melakukan Optimasi Nilai *P* dan r_v

Optimasi *P* dan r_v dilakukan dengan *Solver Ms. Excel* menggunakan algoritma *Evolutionary*. Fungsi tujuan yang dipilih yaitu untuk total biaya pemasok dengan pengubah adalah *P* dan r_v dengan batasan sebagai berikut :

a. Nilai *P* dan r_v lebih dari sama dengan 0 yang bernilai positif
b. Nilai *P* dan r_v adalah bilangan integer
c. Nilai *P* dan r_v lebih besar sama dengan nilai *D* maksimum

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

Tabel 4. 15 Hasil Optimasi Pemasok Pada Produk Batik 1

Jumlah Produksi *P* (unit)	**Titik Produksi Kembali r_v (unit)**
10	478

Langkah 3 : Menghitung Biaya Persediaan Pemasok

Berikut ini merupakan perhitungan yang diperoleh dari perkalian antara total persediaan dan biaya simpan pada pemasok untuk Produk Batik 1 :

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

$$HC_v = 80 \times 3.500$$

$$HC_v = Rp.280.000$$

Langkah 4 : Menghitung Biaya *Lost Sales* Pemasok

Berikut ini merupakan perhitungan yang diperoleh dengan melakukan perkalian antara total *Lost Sales* dengan biaya *Lost Sales* pada pemasok untuk Produk Batik 1 :

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

$$SC_v = 40.016 \times 5.500$$

$$SC_v = Rp.220.088.000$$

Langkah 5 : Menghitung Biaya *Setup* Pemasok

Berikut ini merupakan perhitungan yang diperoleh dengan melakukan perkalian antara total dari frekuensi produksi dan biaya *setup* pada pemasok untuk Produk Batik 1 :

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

$$SC = 30 \times 5.700$$

$SC = Rp.171.000$

Langkah 6 : Menghitung Biaya Emisi Karbon Pemasok

Berikut ini merupakan perhitungan biaya emisi karbon yang diperolah dari perkalian antara total dari jumlah produksi energi emisi karbon yang dikeluarkan mesin dengan biaya emisi karbon pada pemasok untuk Produk Batik 1 :

$$CC_v = \sum_{p=1}^{p} \sum_{t=1}^{t} PC_v \times C_v$$

$CC = 75 \times 31.980$

$CC = Rp.2.398.500$

Langkah 7 : Menghitung Total Biaya Pemasok

Total biaya pemasok untuk Produk Batik 1 adalah sebagai berikut :

$JTC_v = HC_v + SC_v + SC + CC_v$

$JTC_v = 280.000 + 220.088.000 + 171.000 + 2.398.500$

$JTC_v = Rp.222.937.500$

4.8.3 Rangkuman Hasil Perhitungan Model Tanpa Koordinasi

A. Produk Batik 1

1. Biaya-biaya Pembeli

Berikut ini merupakan hasil perhitungan total biaya persediaan berdasarkan *Solver Evolutionary* pada model tanpa koordinasi Produk Batik 1 :

Tabel 4. 16 Hasil Optimasi Biaya Persediaan Pembeli Produk Batik 1

Pembeli	**Total Persediaan Akhir (unit)**	**Biaya Persediaan (Rp/unit)**	**Total Biaya Persediaan (Rp)**
Buyer 1	10.791	2.000	21.582.000
Buyer 2	5.694	2.000	11.388.000
Buyer 3	7.341	2.000	14.682.000

Pembeli	Total Persediaan Akhir (unit)	Biaya Persediaan (Rp/unit)	Total Biaya Persediaan (Rp)
Buyer 4	7.412	2.000	14.824.000
Buyer 5	3.793	2.000	7.586.000

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

Tabel 4. 17 Hasil Optimasi Biaya *Lost Sales* Pembeli Produk Batik 1

Pembeli	Total *Lost Sales* (unit)	Biaya *Lost Sales* (Rp/unit)	Total Biaya *Lost Sales* (Rp)
Buyer 1	351	20.000	7.020.000
Buyer 2	295	25.000	7.375.000
Buyer 3	23	25.000	575.000
Buyer 4	91	35.000	3.185.000
Buyer 5	242	25.000	6.050.000

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

Tabel 4. 18 Hasil Optimasi Biaya Pesan ke Pemasok Produk Batik 1

Pembeli	Total Pesan (unit)	Biaya Pesan (Rp/ 4 unit)	Total Biaya Pesan ke Pemasok(Rp)
Buyer 1	18.212	13.000	58.890.000
Buyer 2	9.120	8.000	18.240.000
Buyer 3	3.108	10.000	7.770.000
Buyer 4	8.316	8.000	16.632.000
Buyer 5	3.280	13.000	10.660.000

Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan biaya pemesanan dalam *transshipment* antara pembeli Produk Batik 1 :

Tabel 4. 19 Hasil Optimasi Biaya antar *Buyer* pada Produk Batik 1

Pembeli	**Total Pesan (unit)**	**Biaya Pesan (Rp/unit)**	**Total Biaya Pesan Antar Pembeli (Rp)**
Buyer 1 ke 5	90	13.000	292.500
Buyer 2 ke 1	201	8.000	402.000
Buyer 3 ke 1	286	8.000	572.000
Buyer 4 ke 2	342	8.000	684.000

Dari rangkuman diatas untuk perhitungan jumlah pesanan optimal serta biaya yang ditanggung oleh pembeli pada Produk Batik 1 dapat dilihat total biaya keseluruhan pembeli sebagai berikut :

Tabel 4. 20 Hasil Optimasi Biaya Keseluruhan Pembeli Produk Batik 1

Pembeli	**Q_b (unit)**	**R_b (unit)**	**Biaya Persediaan (Rp)**	**Biaya *Lost Sales* (Rp)**	**Biaya Pemesanan Ke Pemasok (Rp)**	**Biaya Pemesanan antar Pembeli (Rp)**	**Total Biaya Pembeli (Rp)**
Buyer 1	604	521	21.582.000	7.020.000	58.890.000	292.500	87.784.500
Buyer 2	304	671	11.388.000	7.375.000	18.240.000	402.000	37.405.000
Buyer 3	259	45	14.682.000	575.000	7.770.000	572.000	23.599.000
Buyer 4	297	105	14.824.000	3.185.000	16.632.000	684.000	35.325.000
Buyer 5	164	37	7.586.000	6.050.000	10.660.000	-	24.296.000

2. Biaya-biaya Pemasok

Berikut ini dalah hasil perhitungan biaya-biaya pemasok pada Produk Batik 1 yang menggunakan *Solver Evolutionary* pada model tanpa koordinasi :

Tabel 4. 21 Hasil Optimasi Biaya Persediaan Pemasok Produk Batik1

Pemasok	**Total Persediaan Akhir (unit)**	**Biaya Persediaan (Rp/unit)**	**Total Biaya Persediaan Pemasok (Rp)**
Vendor	80	3.500	280.000

Berikut ini adalah biaya *Lost Sales* yang akan ditanggung oleh pemasok untuk Produk Batik 1 :

Tabel 4. 22 Hasil Optimasi Biaya *Lost Sales* Pemasok Produk Batik1

Pemasok	**Total *Lost Sales* (unit)**	**Biaya *Lost Sales* (Rp/unit)**	**Total Biaya *Lost Sales* Pemasok (Rp)**
Vendor	40.016	5.500	220.088.000

Berikut ini adalah biaya *setup* yang ditanggung oleh pemasok untuk Produk Batik 1 :

Tabel 4. 23 Hasil Optimasi Biaya *Setup* Pemasok Produk Batik1

Pemasok	**Total Jumlah Produksi (unit)**	**Biaya *Setup* (Rp/unit)**	**Total Biaya *Setup* Pemasok (Rp)**
Vendor	30	5.700	171.000

Berikut ini adalah biaya emisi karbon yang ditanggung oleh pemasok untuk Produk Batik 1 :

Tabel 4. 24 Hasil Optimasi Biaya Emisi Karbon Pemasok Produk Batik 1

Pemasok	**Total Jumlah Produksi (Kg)**	**Biaya Emisi Karbon (Rp/Kg)**	**Total Biaya Emisis Karbon Pemasok (Rp)**
Vendor	75	31.980	2.395.500

Berikut ini adalah rangkuman yang berisi perhitungan jumlah produksi optimal dan biaya-biaya yang ditanggung oleh pemasok pada Produk Batik 1 :

Tabel 4. 25 Hasil Optimasi Biaya Keseluruhan Pemasok Produk Batik 1

Pemasok	***P*** **(unit)**	r_v **(unit)**	**Biaya Persediaan (Rp)**	**Biaya *Lost Sales* Pemasok(Rp)**	**Biaya *Setup* Produksi(Rp)**	**Biaya Emisi Karbon (Rp)**	**Total Biaya Pemasok (Rp)**
Vendor	10	478	280.000	220.088.000	171.000	2.395.500	222.937.500

B. Produk Batik 2

1. Biaya-biaya Pembeli

Berikut ini merupakan hasil perhitungan total biaya persediaan berdasarkan *Solver Evolutionary* pada model tanpa koordinasi Produk Batik 2 :

Tabel 4. 26 Hasil Optimasi Biaya Persediaan Pembeli Produk Batik 2

Pembeli	**Total Persediaan Akhir (unit)**	**Biaya Persediaan (Rp/unit)**	**Total Biaya Persediaan (Rp)**
Buyer 1	607	2.000	1.214.000
Buyer 2	1.609	2.000	3.218.000
Buyer 3	3.412	2.000	6.824.000
Buyer 4	3.541	2.000	7.082.000
Buyer 5	770	2.000	1.540.000

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

Tabel 4. 27 Hasil Optimasi Biaya *Lost Sales* Pembeli Produk Batik 2

Pembeli	**Total *Lost Sales* (unit)**	**Biaya *Lost Sales* (Rp/unit)**	**Total Biaya *Lost Sales* (Rp)**
Buyer 1	160	25.000	4.000.000
Buyer 2	353	25.000	8.825.000
Buyer 3	49	25.000	1.470.000

Pembeli	Total *Lost Sales* (unit)	Biaya *Lost Sales* (Rp/unit)	Total Biaya *Lost Sales* (Rp)
Buyer 4	261	25.000	6.525.000
Buyer 5	189	25.000	4.725.000

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

Tabel 4. 28 Hasil Optimasi Biaya Pesan ke Pemasok Produk Batik 2

Pembeli	Total Pesan (unit)	Biaya Pesan (Rp/ 4 unit)	Total Biaya Pesan ke Pemasok(Rp)
Buyer 1	750	13.000	2.437.500
Buyer 2	2.670	8.000	5.340.000
Buyer 3	2.312	10.000	5.780.000
Buyer 4	2.625	8.000	5.250.000
Buyer 5	1.590	13.000	5.167.500

Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan biaya pemesanan dalam *transshipment* antara pembeli Produk Batik 2 :

Tabel 4. 29 Hasil Optimasi Biaya antar *Buyer* Produk Batik 2

Pembeli	Total Pesan (unit)	Biaya Pesan (Rp/unit)	Total Biaya Pesan Antar Pembeli (Rp)
Buyer 1 ke 5	113	13.000	367.250
Buyer 2 ke 1	192	8.000	384.000
Buyer 3 ke 1	149	8.000	298.000
Buyer 4 ke 2	116	8.000	232.000

Dari rangkuman diatas untuk perhitungan jumlah pesanan optimal serta biaya yang ditanggung oleh pembeli pada Produk Batik 2 dapat dilihat total biaya keseluruhan pembeli sebagai berikut :

Tabel 4. 30 Hasil Optimasi Biaya Keseluruhan Produk Batik 2

Pembeli	**Q_b (unit)**	**R_b (unit)**	**Biaya Persediaan (Rp)**	**Biaya *Lost Sales* (Rp)**	**Biaya Pemesanan Ke Pemasok (Rp)**	**Biaya Pemesanan antar Pembeli (Rp)**	**Total Biaya Pembeli (Rp)**
Buyer 1	25	274	1.214.000	4.000.000	2.437.500	367.250	8.018.750
Buyer 2	89	453	3.218.000	8.825.000	5.340.000	384.000	17.767.000
Buyer 3	136	26	6.824.000	1.470.000	5.780.000	298.000	14.372.000
Buyer 4	175	8	7.082.000	6.525.000	5.250.000	232.000	19.089.000
Buyer 5	53	520	1.540.000	4.725.000	5.167.500	-	11.432.500

2. Biaya-biaya Pemasok

Berikut ini dalah hasil perhitungan biaya-biaya pemasok pada Produk Batik 2 yang menggunakan *Solver Evolutionary* pada model tanpa koordinasi :

Tabel 4. 31 Hasil Optimasi Biaya Persediaan Pemasok Produk Batik 2

Pemasok	**Total Persediaan Akhir (unit)**	**Biaya Persediaan (Rp/unit)**	**Total Biaya Persediaan Pemasok (Rp)**
Vendor	4.524	3.500	15.834.000

Berikut ini adalah biaya *Lost Sales* yang akan ditanggung oleh pemasok untuk Produk Batik 2 :

Tabel 4. 32 Hasil Optimasi Biaya *Lost Sales* Pemasok Produk Batik 2

Pemasok	**Total *Lost Sales* (unit)**	**Biaya *Lost Sales* (Rp/unit)**	**Total Biaya *Lost Sales* Pemasok (Rp)**
Vendor	2.104	6.500	13.676.000

Berikut ini adalah biaya *setup* yang ditanggung oleh pemasok untuk Produk Batik 2 :

Tabel 4. 33 Hasil Optimasi Biaya *Setup* Pemasok Produk Batik 2

Pemasok	**Total Jumlah Produksi (unit)**	**Biaya *Setup* (Rp/unit)**	**Total Biaya *Setup* Pemasok (Rp)**
Vendor	27	5.700	153.900

Berikut ini adalah biaya emisi karbon yang ditanggung oleh pemasok untuk Produk Batik 2 :

Tabel 4. 34 Hasil Optimasi Biaya Emisi Karbon Produk Batik 2

Pemasok	**Total Jumlah Produksi (Kg)**	**Biaya Emisi Karbon (Rp/Kg)**	**Total Biaya Emisis Karbon Pemasok (Rp)**
Vendor	2.416,5	31.980	77.279.670

Berikut ini adalah rangkuman yang berisi perhitungan jumlah produksi optimal dan biaya-biaya yang ditanggung oleh pemasok pada Produk Batik 2 :

Tabel 4. 35 Hasil Optimasi Biaya Keseluruhan Pemasok Produk Batik 2

Pemasok	***P*** **(unit)**	r_v **(unit)**	**Biaya Persediaan (Rp)**	**Biaya *Lost Sales* Pemasok(Rp)**	**Biaya *Setup* Produksi(Rp)**	**Biaya Emisi Karbon (Rp)**	**Total Biaya Pemasok (Rp)**
Vendor	358	54	15.834.000	13.676.000	153.900	77.279.670	106.943.570

C. Produk Batik 3

1. Biaya-biaya Pembeli

Berikut ini merupakan hasil perhitungan total biaya persediaan berdasarkan *Solver Evolutionary* pada model tanpa koordinasi Produk Batik 3 :

Tabel 4. 36 Hasil Optimasi Biaya Persediaan Pembeli Produk Batik 3

Pembeli	**Total Persediaan Akhir (unit)**	**Biaya Persediaan (Rp/unit)**	**Total Biaya Persediaan (Rp)**
Buyer 1	2.325	2.000	4.650.000
Buyer 2	4.271	2.000	8.542.000
Buyer 3	2.820	2.000	5.640.000
Buyer 4	3.007	2.000	6.014.000
Buyer 5	3.279	2.000	6.558.000

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

Tabel 4. 37 Hasil Optimasi Biaya *Lost Sales* Pembeli Produk Batik 3

Pembeli	**Total *Lost Sales* (unit)**	**Biaya *Lost Sales* (Rp/unit)**	**Total Biaya *Lost Sales* (Rp)**
Buyer 1	10	20.000	200.000
Buyer 2	70	25.000	1.750.000
Buyer 3	54	25.000	1.350.000
Buyer 4	26	25.000	650.000
Buyer 5	80	25.000	2.000.000

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

Tabel 4. 38 Hasil Optimasi Biaya Pesan Pembeli ke Pemasok Produk Batik 3

Pembeli	**Total Pesan (unit)**	**Biaya Pesan (Rp/ 4 unit)**	**Total Biaya Pesan ke Pemasok(Rp)**
Buyer 1	2.716	13.000	8.827.000
Buyer 2	7.020	8.000	14.040.000
Buyer 3	3.780	10.000	9.450.000
Buyer 4	2.800	8.000	5.600.000
Buyer 5	5.640	13.000	18.330.000

Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan biaya pemesanan dalam *transshipment* antara pembeli Produk Batik 3 :

Tabel 4. 39 Hasil Optimasi Biaya antar *Buyer* Produk Batik 3

Pembeli	**Total Pesan (unit)**	**Biaya Pesan (Rp/unit)**	**Total Biaya Pesan Antar Pembeli (Rp)**
Buyer 1 ke 5	102	13.000	331.500
Buyer 2 ke 1	289	8.000	578.000
Buyer 3 ke 1	237	8.000	474.000
Buyer 4 ke 2	281	8.000	562.000

Dari rangkuman diatas untuk perhitungan jumlah pesanan optimal serta biaya yang ditanggung oleh pembeli pada Produk Batik 3 dapat dilihat total biaya keseluruhan pembeli sebagai berikut :

Tabel 4. 40 Hasil Optimasi Biaya Keseluruhan Pembeli Produk Batik 3

Pembeli	**Q_b (unit)**	**R_b (unit)**	**Biaya Persediaan (Rp)**	**Biaya *Lost Sales* (Rp)**	**Biaya Pemesanan Ke Pemasok (Rp)**	**Biaya Pemesanan antar Pembeli (Rp)**	**Total Biaya Pembeli (Rp)**
Buyer 1	97	32	4.650.000	200.000	8.827.000	331.500	14.008.500
Buyer 2	234	207	8.542.000	1.750.000	14.040.000	578.000	24.910.000
Buyer 3	126	305	5.640.000	1.350.000	9.450.000	474.000	16.914.000
Buyer 4	112	37	6.014.000	650.000	5.600.000	562.000	12.826.000
Buyer 5	188	323	6.558.000	2.000.000	18.330.000	-	26.888.000

2. Biaya-biaya Pemasok

Berikut ini dalah hasil perhitungan biaya-biaya pemasok pada Produk Batik 3 yang menggunakan *Solver Evolutionary* pada model tanpa koordinasi :

Tabel 4. 41 Hasil Optimasi Biaya Persediaan Pemasok Produk Batik 3

Pemasok	**Total Persediaan Akhir (unit)**	**Biaya Persediaan (Rp/unit)**	**Total Biaya Persediaan Pemasok (Rp)**
Vendor	240	3.500	840.000

Berikut ini adalah biaya *Lost Sales* yang akan ditanggung oleh pemasok untuk Produk Batik 3 :

Tabel 4. 42 Hasil Optimasi Biaya *Lost Sales* Pemasok Produk Batik 3

Pemasok	**Total *Lost Sales* (unit)**	**Biaya *Lost Sales* (Rp/unit)**	**Total Biaya *Lost Sales* Pemasok (Rp)**
Vendor	6.558	4.000	26.232.000

Berikut ini adalah biaya *setup* yang ditanggung oleh pemasok untuk Produk Batik 3 :

Tabel 4. 43 Hasil Optimasi Biaya *Setup* Pemasok Produk Batik 3

Pemasok	**Total Jumlah Produksi (unit)**	**Biaya *Setup* (Rp/unit)**	**Total Biaya *Setup* Pemasok (Rp)**
Vendor	30	5.700	171.000

Berikut ini adalah biaya emisi karbon yang ditanggung oleh pemasok untuk Produk Batik 3 :

Tabel 4. 44 Hasil Optimasi Biaya Emisi Karbon Produk Batik 3

Pemasok	**Total Jumlah Produksi (Kg)**	**Biaya Emisi Karbon (Rp/Kg)**	**Total Biaya Emisis Karbon Pemasok (Rp)**
Vendor	60	31.980	1.918.800

Berikut ini adalah rangkuman yang berisi perhitungan jumlah produksi optimal dan biaya-biaya yang ditanggung oleh pemasok pada Produk Batik 3 :

Tabel 4. 45 Hasil Optimasi Biaya Keseluruhan Pemasok Produk Batik 3

Pemasok	***P*** **(unit)**	r_v **(unit)**	**Biaya Persediaan (Rp)**	**Biaya *Lost Sales* Pemasok(Rp)**	**Biaya *Setup* Produksi(Rp)**	**Biaya Emisi Karbon (Rp)**	**Total Biaya Pemasok (Rp)**
Vendor	8	240	840.000	26.232.000	171.000	1.918.800	29.161.800

D. Produk Batik 4

1. Biaya-biaya Pembeli

Berikut ini merupakan hasil perhitungan total biaya persediaan berdasarkan *Solver Evolutionary* pada model tanpa koordinasi Produk Batik 4 :

Tabel 4. 46 Hasil Optimasi Biaya Persediaan Pembeli Produk Batik 4

Pembeli	**Total Persediaan Akhir (unit)**	**Biaya Persediaan (Rp/unit)**	**Total Biaya Persediaan (Rp)**
Buyer 1	735	2.000	1.470.000
Buyer 2	1.150	2.000	2.300.000
Buyer 3	3.702	2.000	7.404.000
Buyer 4	1.077	2.000	2.154.000
Buyer 5	4.591	2.000	9.182.000

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

Tabel 4. 47 Hasil Optimasi Biaya *Lost Sales* Pembeli Produk Batik 4

Pembeli	**Total *Lost Sales* (unit)**	**Biaya *Lost Sales* (Rp/unit)**	**Total Biaya *Lost Sales* (Rp)**
Buyer 1	111	20.000	2.220.000
Buyer 2	81	25.000	2.025.000
Buyer 3	69	30.000	2.070..000
Buyer 4	61	25.000	1.525.000
Buyer 5	8	35.000	280.000

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

Tabel 4. 48 Hasil Optimasi Biaya Pesan ke Pemasok Produk Batik 4

Pembeli	**Total Pesan (unit)**	**Biaya Pesan (Rp/ 4 unit)**	**Total Biaya Pesan ke Pemasok(Rp)**
Buyer 1	780	13.000	2.535.000
Buyer 2	1.290	8.000	2.580.000
Buyer 3	3.775	10.000	9.437.500
Buyer 4	1.350	8.000	2.700.000
Buyer 5	2.983	13.000	9.694.750

Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan biaya pemesanan dalam *transshipment* antara pembeli Produk Batik 4 :

Tabel 4. 49 Hasil Optimasi Biaya antar *Buyer* Produk Batik 4

Pembeli	**Total Pesan (unit)**	**Biaya Pesan (Rp/unit)**	**Total Biaya Pesan Antar Pembeli (Rp)**
Buyer 1 ke 5	151	13.000	490.750
Buyer 2 ke 1	119	8.000	238.000
Buyer 3 ke 1	193	8.000	386.000
Buyer 4 ke 2	158	8.000	316.000

Dari rangkuman diatas untuk perhitungan jumlah pesanan optimal serta biaya yang ditanggung oleh pembeli pada Produk Batik 4 dapat dilihat total biaya keseluruhan pembeli sebagai berikut :

Tabel 4. 50 Hasil Optimasi Biaya Keseluruhan Pembeli Produk Batik 4

Pembeli	**Q_b (unit)**	**R_b (unit)**	**Biaya Persediaan (Rp)**	**Biaya *Lost Sales* (Rp)**	**Biaya Pemesanan Ke Pemasok (Rp)**	**Biaya Pemesanan antar Pembeli (Rp)**	**Total Biaya Pembeli (Rp)**
Buyer 1	26	86	1.470.000	2.220.000	2.535.000	490.750	6.715.750
Buyer 2	43	527	2.300.000	2.025.000	2.580.000	238.000	7.143.000
Buyer 3	151	50	7.404.000	2.070..000	9.437.500	386.000	19.297.500
Buyer 4	45	111	2.154.000	1.525.000	2.700.000	316.000	6.695.000
Buyer 5	157	47	9.182.000	280.000	9.694.750	-	19.156.750

2. Biaya-biaya Pemasok

Berikut ini dalah hasil perhitungan biaya-biaya pemasok pada Produk Batik 4 yang menggunakan *Solver Evolutionary* pada model tanpa koordinasi :

Tabel 4. 51 Hasil Optimasi Biaya Persediaan Pemasok Produk Batik 4

Pemasok	**Total Persediaan Akhir (unit)**	**Biaya Persediaan (Rp/unit)**	**Total Biaya Persediaan Pemasok (Rp)**
Vendor	252	3.500	882.000

Berikut ini adalah biaya *Lost Sales* yang akan ditanggung oleh pemasok untuk Produk Batik 4 :

Tabel 4. 52 Hasil Optimasi Biaya *Lost Sales* Pemasok Produk Batik 4

Pemasok	**Total *Lost Sales* (unit)**	**Biaya *Lost Sales* (Rp/unit)**	**Total Biaya *Lost Sales* Pemasok (Rp)**
Vendor	9.175	7.000	64.225.000

Berikut ini adalah biaya *setup* yang ditanggung oleh pemasok untuk Produk Batik 4 :

Tabel 4. 53 Hasil Optimasi Biaya *Setup* Pemasok Produk Batik 4

Pemasok	**Total Jumlah Produksi (unit)**	**Biaya *Setup* (Rp/unit)**	**Total Biaya *Setup* Pemasok (Rp)**
Vendor	30	5.700	171.000

Berikut ini adalah biaya emisi karbon yang ditanggung oleh pemasok untuk Produk Batik 4 :

Tabel 4. 54 Hasil Optimasi Biaya Emisi Karbon Produk Batik 4

Pemasok	**Total Jumlah Produksi (Kg)**	**Biaya Emisi Karbon (Rp/Kg)**	**Total Biaya Emisis Karbon Pemasok (Rp)**
Vendor	157,5	31.980	5.036.850

Berikut ini adalah rangkuman yang berisi perhitungan jumlah produksi optimal dan biaya-biaya yang ditanggung oleh pemasok pada Produk Batik 4 :

Tabel 4. 55 Hasil Optimasi Biaya Keseluruhan Pemasok Produk Batik 4

Pemasok	***P*** **(unit)**	r_v **(unit)**	**Biaya Persediaan (Rp)**	**Biaya *Lost Sales* Pemasok(Rp)**	**Biaya *Setup* Produksi(Rp)**	**Biaya Emisi Karbon (Rp)**	**Total Biaya Pemasok (Rp)**
Vendor	21	739	882.000	64.225.000	171.000	5.036.850	70.314.850

E. Produk Batik 5

1. Biaya-biaya Pembeli

Berikut ini merupakan hasil perhitungan total biaya persediaan berdasarkan *Solver Evolutionary* pada model tanpa koordinasi Produk Batik 5 :

Tabel 4. 56 Hasil Optimasi Biaya Persediaan Pembeli Produksi Batik 5

Pembeli	**Total Persediaan Akhir (unit)**	**Biaya Persediaan (Rp/unit)**	**Total Biaya Persediaan (Rp)**
Buyer 1	6.731	2.000	13.462.000

Pembeli	Total Persediaan Akhir (unit)	Biaya Persediaan (Rp/unit)	Total Biaya Persediaan (Rp)
Buyer 2	2.927	2.000	5.854.000
Buyer 3	959	2.000	1.918.000
Buyer 4	1.196	2.000	2.392.000
Buyer 5	5.037	2.000	10.074.000

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

Tabel 4. 57 Hasil Optimasi Biaya *Lost Sales* Pembeli Produk Batik 5

Pembeli	Total *Lost Sales* (unit)	Biaya *Lost Sales* (Rp/unit)	Total Biaya *Lost Sales* (Rp)
Buyer 1	14	25.000	350.000
Buyer 2	105	25.000	2.625.000
Buyer 3	58	25.000	1.450.000
Buyer 4	42	25.000	1.050.000
Buyer 5	82	30.000	2.460.000

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

Tabel 4. 58 Hasil Optimasi Biaya Pesan ke Pemasok Produk Batik 5

Pembeli	Total Pesan (unit)	Biaya Pesan (Rp/ 4 unit)	Total Biaya Pesan ke Pemasok(Rp)
Buyer 1	5.656	13.000	18.382.000
Buyer 2	4.590	8.000	9.180.000
Buyer 3	1.290	10.000	3.225.000
Buyer 4	1.174	8.000	2.348.000
Buyer 5	5.683	13.000	18.469.750

Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan biaya pemesanan dalam *transshipment* antara pembeli Produk Batik 5 :

Tabel 4. 59 Hasil Optimasi Biaya antar *Buyer* Produk Batik 5

Pembeli	**Total Pesan (unit)**	**Biaya Pesan (Rp/unit)**	**Total Biaya Pesan Antar Pembeli (Rp)**
Buyer 1 ke 5	210	13.000	682.500
Buyer 2 ke 1	185	8.000	370.000
Buyer 3 ke 1	166	8.000	332.000
Buyer 3 ke 5	150	8.000	300.000
Buyer 4 ke 2	58	8.000	116.000

Dari rangkuman diatas untuk perhitungan jumlah pesanan optimal serta biaya yang ditanggung oleh pembeli pada Produk Batik 5 dapat dilihat total biaya keseluruhan pembeli sebagai berikut :

Tabel 4. 60 Hasil Optimasi Biaya Keseluruhan Pembeli Produk Batik 5

Pembeli	**Q_b (unit)**	**R_b (unit)**	**Biaya Persediaan (Rp)**	**Biaya *Lost Sales* (Rp)**	**Biaya Pemesanan Ke Pemasok (Rp)**	**Biaya Pemesanan antar Pembeli (Rp)**	**Total Biaya Pembeli (Rp)**
Buyer 1	202	114	13.462.000	350.000	18.382.000	682.500	32.876.500
Buyer 2	153	798	5.854.000	2.625.000	9.180.000	370.000	18.029.000
Buyer 3	43	737	1.918.000	1.450.000	3.225.000	332.000	7.225.000
Buyer 4	39	148	2.392.000	1.050.000	2.348.000	300.000	5.906.000
Buyer 5	188	307	10.074.000	2.460.000	18.469.750	116.000	31.003.750

2. Biaya-biaya Pemasok

Berikut ini dalah hasil perhitungan biaya-biaya pemasok pada Produk Batik 5 yang menggunakan *Solver Evolutionary* pada model tanpa koordinasi :

Tabel 4. 61 Hasil Optimasi Biaya Persediaan Pemasok Produk Batik 5

Pemasok	**Total Persediaan Akhir (unit)**	**Biaya Persediaan (Rp/unit)**	**Total Biaya Persediaan Pemasok (Rp)**
Vendor	0	3.500	0

Berikut ini adalah biaya *Lost Sales* yang akan ditanggung oleh pemasok untuk Produk Batik 5 :

Tabel 4. 62 Hasil Optimasi Biaya *Lost Sales* Pemasok Produk Batik 5

Pemasok	**Total *Lost Sales* (unit)**	**Biaya *Lost Sales* (Rp/unit)**	**Total Biaya *Lost Sales* Pemasok (Rp)**
Vendor	17.746	4.000	70.984.000

Berikut ini adalah biaya *setup* yang ditanggung oleh pemasok untuk Produk Batik 5 :

Tabel 4. 63 Hasil Optimasi Biaya *Setup* Pemasok Produk Batik 5

Pemasok	**Total Jumlah Produksi (unit)**	**Biaya *Setup* (Rp/unit)**	**Total Biaya *Setup* Pemasok (Rp)**
Vendor	30	5.700	171.000

Berikut ini adalah biaya emisi karbon yang ditanggung oleh pemasok untuk Produk Batik 5 :

Tabel 4. 64 Hasil Optimasi Biaya Emisi Karbon Produk Batik 5

Pemasok	**Total Jumlah Produksi (Kg)**	**Biaya Emisi Karbon (Rp/Kg)**	**Total Biaya Emisis Karbon Pemasok (Rp)**
Vendor	45	31.980	1.439.100

Berikut ini adalah rangkuman yang berisi perhitungan jumlah produksi optimal dan biaya-biaya yang ditanggung oleh pemasok pada Produk Batik 5 :

Tabel 4. 65 Hasil Optimasi Biaya Keseluruhan Pemasok Produk Batik 5

Pemasok	***P*** **(unit)**	r_v **(unit)**	**Biaya Persediaan (Rp)**	**Biaya *Lost Sales* Pemasok(Rp)**	**Biaya *Setup* Produksi(Rp)**	**Biaya Emisi Karbon (Rp)**	**Total Biaya Pemasok (Rp)**
Vendor	0	319	0	70.984.000	171.000	1.439.100	72.594.100

4.8.4 Rangkuman Hasil Perhitungan Model Dengan Koordinasi

Pada hasil perhitungan model dengan koordinasi ini dilakukan pengoptimalan total biaya gabungan, dengan fungsi tujuannya adalah meminimasi dari total biaya gabungan pembeli dan pemasok. Berikut ini adalah rangkuman perhitungan yang didapatkan dari model dengan koordinasi

A. Produk Batik 1

Berikut ini adalah perhitungan jumlah pesanan optimal dan biaya yang ditanggung oleh pembeli pada Produk Batik 1 :

Tabel 4. 66 Hasil Total Biaya Pembeli Model Dengan Koordinasi Produk Batik 1

Pembeli	Q_b***** **(unit)**	R_b***** **(unit)**	**Biaya Persediaan (Rp)**	**Biaya *Lost Sales* (Rp)**	**Biaya Pemesanan Ke Pemasok (Rp)**	**Biaya Pemesanan antar Pembeli (Rp)**	**Total Biaya Pembeli (Rp)**
Buyer 1	581	376	17.522.000	19.900.000	56.647.500	292.500	94.362.000
Buyer 2	295	905	9.588.000	13.450.000	17.700.000	402.000	41.140.000
Buyer 3	107	47	6.774.000	625.000	7.222.500	572.000	15.193.500
Buyer 4	273	615	11.422.000	4.130.000	16.380.000	684.000	32.616.000
Buyer 5	139	82	9.938.000	1.225.000	11.293.750	-	22.456.750
Total Biaya Semua Pembeli							**205.768.250**

Berikut ini adalah perhitungan jumlah pesanan optimal dan biaya yang ditanggung oleh pemasok pada Produk Batik 1 :

Tabel 4. 67 Hasil Total Biaya Pemasok Model Dengan Koordinasi Produk Batik 1

Pemasok	***P**** **(unit)**	***r_v**** **(unit)**	**Biaya Persediaan (Rp)**	**Biaya *Lost Sales* Pemasok(Rp)**	**Biaya *Setup* Produksi(Rp)**	**Biaya Emisi Karbon (Rp)**	**Total Biaya Pemasok (Rp)**
Vendor	19	512	532.000	213.884.000	171.000	4.557.150	219.144.150

Berikut ini adalah perhitungan jumlah total biaya gabungan dari pembeli dan pemasok pada Produk Batik 1 :

Tabel 4. 68 Hasil Total Biaya Gabungan Model Dengan Koordinasi Produk Batik 1

Total Biaya Semua Pembeli (Rp)	**Total Biaya Pemasok (Rp)**	**Total Biaya Gabungan (Rp)**
205.768.250	219.144.150	424.912.400

Pada hasil perhitungan optimasi Produk Batik 1 diatas, didapakan nilai Q_b* dan r_b* optimal pada pembeli dan nilai P* dan r_b* optimal pada pemasok, untuk biaya dari semua pembeli didapatkan sebesar Rp. 205.768.250,00 dan biaya dari pemasok sebesar Rp. 219.144.150,00. Sehingga didapatkan keseluruhan total biaya gabungan dari pembeli dan pemasok yaitu sebesar Rp. 424.912.400,00

B. Produk Batik 2

Berikut ini adalah perhitungan jumlah pesanan optimal dan biaya yang ditanggung oleh pembeli pada Produk Batik 2 :

Tabel 4. 69 Hasil Total Biaya Pembeli Model Dengan Koordinasi Produk Batik 2

Pembeli	***Q_b**** **(unit)**	***R_b**** **(unit)**	**Biaya Persediaan (Rp)**	**Biaya *Lost Sales* (Rp)**	**Biaya Pemesanan Ke Pemasok (Rp)**	**Biaya Pemesanan antar Pembeli (Rp)**	**Total Biaya Pembeli (Rp)**
Buyer 1	24	536	1.010.000	4.675.000	2.340.000	367.250	8.392.250
Buyer 2	114	43	5.358.000	1.675.000	5.928.000	384.000	13.345.000

Pembeli	Q_b* (unit)	R_b* (unit)	Biaya Persediaan (Rp)	Biaya *Lost Sales* (Rp)	Biaya Pemesanan Ke Pemasok (Rp)	Biaya Pemesanan antar Pembeli (Rp)	Total Biaya Pembeli (Rp)
Buyer 3	75	714	3.214.000	4.200.000	5.625.000	298.000	13.337.000
Buyer 4	90	938	3.634.000	3.625.000	5.400.000	232.000	12.891.000
Buyer 5	54	285	1.644.000	4.000.000	5.265.000	-	10.909.000
Total Biaya Semua Pembeli							**58.874.250**

Berikut ini adalah perhitungan jumlah pesanan optimal dan biaya yang ditanggung oleh pemasok pada Produk Batik 2 :

Tabel 4. 70 Hasil Total Biaya Pemasok Model Dengan Koordinasi Produk Batik 2

Pemasok	P* (unit)	r_v* (unit)	Biaya Persediaan (Rp)	Biaya *Lost Sales* Pemasok(Rp)	Biaya *Setup* Produksi(Rp)	Biaya Emisi Karbon (Rp)	Total Biaya Pemasok (Rp)
Vendor	421	32	20.020.000	16.529.500	142.500	80.149.875	116.841.875

Berikut ini adalah perhitungan jumlah total biaya gabungan dari pembeli dan pemasok pada Produk Batik 2 :

Tabel 4. 71 Hasil Total Biaya Gabungan Model Dengan Koordinasi Produk Batik 2

Total Biaya Semua Pembeli (Rp)	Total Biaya Pemasok (Rp)	Total Biaya Gabungan (Rp)
58.874.250	116.841.875	175.716.125

Pada hasil perhitungan optimasi Produk Batik 2 diatas, didapatkan nilai Q_b* dan r_b* optimal pada pembeli dan nilai P* dan r_b* optimal pada pemasok, untuk biaya dari semua pembeli didapatkan sebesar Rp. 58.874.250,00 dan biaya dari pemasok sebesar Rp. 116.841.875,00.

Sehingga didapatkan keseluruhan total biaya gabungan dari pembeli dan pemasok yaitu sebesar Rp. 175.716.125,00

C. Produk Batik 3

Berikut ini adalah perhitungan jumlah pesanan optimal dan biaya yang ditanggung oleh pembeli pada Produk Batik 3 :

Tabel 4. 72 Hasil Total Biaya Pembeli Model Dengan Koordinasi Produk Batik 3

Pembeli	**Q_b* (unit)**	**R_b* (unit)**	**Biaya Persediaan (Rp)**	**Biaya *Lost Sales* (Rp)**	**Biaya Pemesanan Ke Pemasok (Rp)**	**Biaya Pemesanan antar Pembeli (Rp)**	**Total Biaya Pembeli (Rp)**
Buyer 1	97	32	4.650.000	200.000	8.827.000	331.500	14.008.500
Buyer 2	234	207	8.542.000	1.750.000	14.040.000	578.000	24.910.000
Buyer 3	126	305	5.640.000	1.350.000	9.450.000	474.000	16.914.000
Buyer 4	112	37	6.014.000	650.000	5.600.000	562.000	12.826.000
Buyer 5	188	323	6.558.000	2.000.000	18.330.000	-	26.888.000
Total Biaya Semua Pembeli							**95.546.500**

Berikut ini adalah perhitungan jumlah pesanan optimal dan biaya yang ditanggung oleh pemasok pada Produk Batik 3 :

Tabel 4. 73 Hasil Total Biaya Pemasok Model Dengan Koordinasi Produk Batik 3

Pemasok	**P* (unit)**	**r_v* (unit)**	**Biaya Persediaan (Rp)**	**Biaya *Lost Sales* Pemasok(Rp)**	**Biaya *Setup* Produksi(Rp)**	**Biaya Emisi Karbon (Rp)**	**Total Biaya Pemasok (Rp)**
Vendor	16	240	1.680.000	25.304.000	171.000	3.837.600	30.992.600

Berikut ini adalah perhitungan jumlah total biaya gabungan dari pembeli dan pemasok pada Produk Batik 3 :

Tabel 4. 74 Hasil Total Biaya Gabungan Model Dengan Koordinasi Produk Batik 3

Total Biaya Semua Pembeli (Rp)	**Total Biaya Pemasok (Rp)**	**Total Biaya Gabungan (Rp)**
95.546.500	30.992.600	126.539.100

Pada hasil perhitungan optimasi Produk Batik 3 diatas, didapatkan nilai Q_b* dan r_b* optimal pada pembeli dan nilai P* dan r_b* optimal pada pemasok, untuk biaya dari semua pembeli didapatkan sebesar Rp. 95.546.500,00 dan biaya dari pemasok sebesar Rp. 30.992.600,00. Sehingga didapatkan keseluruhan total biaya gabungan dari pembeli dan pemasok yaitu sebesar Rp. 126.539.100,00

D. Produk Batik 4

Berikut ini adalah perhitungan jumlah pesanan optimal dan biaya yang ditanggung oleh pembeli pada Produk Batik 4 :

Tabel 4. 75 Hasil Total Biaya Pembeli Model Dengan Koordinasi Produk Batik 4

Pembeli	**Q_b* (unit)**	**R_b* (unit)**	**Biaya Persediaan (Rp)**	**Biaya *Lost Sales* (Rp)**	**Biaya Pemesanan Ke Pemasok (Rp)**	**Biaya Pemesanan antar Pembeli (Rp)**	**Total Biaya Pembeli (Rp)**
Buyer 1	26	86	1.470.000	2.220.000	2.535.000	490.750	6.715.750
Buyer 2	43	527	2.300.000	2.025.000	2.580.000	238.000	7.143.000
Buyer 3	151	50	7.404.000	2.070.000	9.437.500	386.000	19.297.500
Buyer 4	45	111	2.154.000	1.525.000	2.700.000	316.00	6.695.000
Buyer 5	157	47	9.182.000	2.800.000	9.694.750	-	19.156.750
Total Biaya Seluruh Pembeli							**59.008.000**

Berikut ini adalah perhitungan jumlah pesanan optimal dan biaya yang ditanggung oleh pemasok pada Produk Batik 4 :

Tabel 4. 76 Hasil Total Biaya Pemasok Model Dengan Koordinasi Produk Batik 4

Pemasok	***P**** **(unit)**	***r_v**** **(unit)**	**Biaya Persediaan (Rp)**	**Biaya *Lost Sales* Pemasok(Rp)**	**Biaya *Setup* Produksi(Rp)**	**Biaya Emisi Karbon (Rp)**	**Total Biaya Pemasok (Rp)**
Vendor	21	739	882.000	64.225.000	171.000	5.036.850	70.314.850

Berikut ini adalah perhitungan jumlah total biaya gabungan dari pembeli dan pemasok pada Produk Batik 4 :

Tabel 4. 77 Hasil Total Biaya Gabungan Model Dengan Koordinasi Produk Batik 4

Total Biaya Semua Pembeli (Rp)	**Total Biaya Pemasok (Rp)**	**Total Biaya Gabungan (Rp)**
59.008.000	70.314.850	129.322.850

Pada hasil perhitungan optimasi Produk Batik 4 diatas, didapatkan nilai Q_b* dan r_b* optimal pada pembeli dan nilai *P** dan r_b* optimal pada pemasok, untuk biaya dari semua pembeli didapatkan sebesar Rp. 59.008.000,00 dan biaya dari pemasok sebesar Rp. 70.314.850,00. Sehingga didapatkan keseluruhan total biaya gabungan dari pembeli dan pemasok yaitu sebesar Rp. 129.322.850,00

E. Produk Batik 5

Berikut ini adalah perhitungan jumlah pesanan optimal dan biaya yang ditanggung oleh pembeli pada Produk Batik 5 :

Tabel 4. 78 Hasil Total Biaya Pembeli Model Dengan Koordinasi Produk Batik 5

Pembeli	***Q_b**** **(unit)**	***R_b**** **(unit)**	**Biaya Persediaan (Rp)**	**Biaya *Lost Sales* (Rp)**	**Biaya Pemesanan Ke Pemasok (Rp)**	**Biaya Pemesanan antar Pembeli (Rp)**	**Total Biaya Pembeli (Rp)**
Buyer 1	202	114	13.462.000	350.000	18.382.000	682.500	32.876.500
Buyer 2	153	798	5.854.000	2.625.000	9.180.000	370.000	18.029.000

Pembeli	Q_b* (unit)	R_b* (unit)	Biaya Persediaan (Rp)	Biaya *Lost Sales* (Rp)	Biaya Pemesanan Ke Pemasok (Rp)	Biaya Pemesanan antar Pembeli (Rp)	Total Biaya Pembeli (Rp)
Buyer 3	43	737	1.918.000	1.450.000	3.225.000	332.000	7.225.000
Buyer 4	39	148	2.392.000	1.050.000	2.348.000	300.000	5.906.000
Buyer 5	188	307	10.074.000	2.460.000	18.469.750	116.000	31.003.750
Total Biaya Seluruh Pembeli							**95.040.250**

Berikut ini adalah perhitungan jumlah pesanan optimal dan biaya yang ditanggung oleh pemasok pada Produk Batik 5 :

Tabel 4. 79 Hasil Total Biaya Pemasok Model Dengan Koordinasi Produk Batik 5

Pemasok	P* (unit)	r_v* (unit)	Biaya Persediaan (Rp)	Biaya *Lost Sales* Pemasok(Rp)	Biaya *Setup* Produksi(Rp)	Biaya Emisi Karbon (Rp)	Total Biaya Pemasok (Rp)
Vendor	6	166	0	70.984.000	171.000	1.439.100	72.594.100

Berikut ini adalah perhitungan jumlah total biaya gabungan dari pembeli dan pemasok pada Produk Batik 5 :

Tabel 4. 80 Hasil Total Biaya Gabungan Model Dengan Koordinasi Produk Batik 5

Total Biaya Semua Pembeli (Rp)	Total Biaya Pemasok (Rp)	Total Biaya Gabungan (Rp)
95.040.250	72.594.100	167.634.350

Pada hasil perhitungan optimasi Produk Batik 5 diatas, didapatkan nilai Q_b* dan r_b* optimal pada pembeli dan nilai P* dan r_b* optimal pada pemasok, untuk biaya dari semua pembeli didapatkan sebesar Rp. 95.040.250,00 dan biaya dari pemasok sebesar Rp. 72.594.100,00.

Sehingga didapatkan keseluruhan total biaya gabungan dari pembeli dan pemasok yaitu sebesar Rp. 167.634.350,00

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Perbandingan Variabel Keputusan

Berdasarkan hasil pengolahan data dari perhitungan model yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, pada bab pembahasan ini akan menjelaskan mengenai hasil analisis dari perhitungan untuk mengetahui adanya perbedaan antara model tanpa koordinasi dan model dengan koordinasi yang dihasilkan. Pada model tanpa koordinasi dimana kondisi kedua pihak antara pembeli dan pemasok melakukan optimasi masing-masing. Sedangkan pada model dengan koordinasi dimana pembeli dan pemasok melakukan optimasi secara bersamaan dengan mempertimbangkan total biaya gabungan dari keduanya yang dihasilkan. Berikut ini merupakan tabel perbandingan yang berisikan hasil perbandingan ukuran lot pemesanan optimal oleh pemasok menggunakan model tanpa koordinasi dan model dengan koordinasi :

Tabel 5. 1 Hasil Perbandingan Variabel Keputusan *Buyer* Antara Kedua Model

Jenis Produk	**Pihak**	**Model Tanpa Koordinasi**		**Model Dengan Koordinasi**	
		Q_b (unit)	**r_b (unit)**	**Q_b*(unit)**	**r_b*(unit)**
Produk Batik 1	*Buyer 1*	604	521	581	376
	Buyer 2	304	671	295	905
	Buyer 3	259	45	107	47
	Buyer 4	297	105	273	615
	Buyer 5	164	37	139	82
Produk Batik 2	*Buyer 1*	25	274	24	536
	Buyer 2	89	453	114	43
	Buyer 3	136	26	75	714
	Buyer 4	175	8	90	938
	Buyer 5	53	520	54	285
Produk Batik 3	*Buyer 1*	97	32	126	39
	Buyer 2	234	207	232	224
	Buyer 3	126	305	180	422

Jenis Produk	Pihak	Model Tanpa Koordinasi		Model Dengan Koordinasi	
		Q_b (unit)	r_b (unit)	Q_b*(unit)	r_b*(unit)
	Buyer 4	112	37	92	167
	Buyer 5	188	323	188	236
Produk Batik 4	*Buyer 1*	26	86	26	165
	Buyer 2	43	527	44	65
	Buyer 3	151	50	120	1179
	Buyer 4	45	111	176	16
	Buyer 5	157	47	219	29
Produk Batik 5	*Buyer 1*	202	114	202	114
	Buyer 2	153	798	153	527
	Buyer 3	43	737	43	140
	Buyer 4	39	148	39	411
	Buyer 5	188	307	188	525

Pada tabel hasil perbandingan dua variabel keputusan pembeli dalam penelitian adalah ukuran lot pesanan optimal (Q_b) dan titik pemesanan kembali optimal (r_b). Secara umum berdasarkan tabel diatas hasil ukuran pemesanan optimal (Q_b) pada pihak pembeli cenderung konstan dan tidak mengalami perubahan yang signifikan atau sama pada kedua model, seperti pada Produk Batik 5. Namun, dari hasil diatas dapat dilihat bahwa ada beberapa Produk Batik yang didapati penurunan ukuran lot pemesanan optimal (Q_b) yaitu Produk Batik 1 pada *Buyer 1* dari 604 unit menjadi 581, pada *Buyer 2* dari 304 unit menjadi 295, pada *Buyer 3* dari 259 unit menjadi 107, pada *Buyer 4* dari 297 unit menjadi 273, dan pada *Buyer 5* dari 164 unit menjadi 139. Pada Produk Batik 2 yaitu pada *Buyer 1* dari 25 unit menjadi 24 unit, pada *Buyer 3* dari 136 unit menjadi 75, dan pada *Buyer 4* dari 175 unit menjadi 90. Pada Produk Batik 3 yaitu *Buyer 3* dari 234 unit menjadi 232 dan *Buyer 4* dari 112 unit menjadi 92. Pada Produk Batik 4 yaitu *Buyer 3* dari 151 unit menjadi 120. Terdapat juga kenaikan lot pemesanan (Q_b) yaitu pada Produk Batik 2 yaitu pada *Buyer 2* dari 89 unit menjadi 114 unit. Pada Produk Batik 3 mengalami kenaikan yaitu *Buyer 1* dari 97 unit menjadi 126 unit dan *Buyer 3* dari 126 unit menjadi 180 unit. Pada Produk Batik 4 yaitu pada *Buyer 4* dari 45 unit menjadi176 unit dan

Buyer 5 dari 157 unit menjadi 219 unit. Diluar itu hasil ukuran pemesanan (Q_b) memiliki hasil yang masih sama.

Kemudian pada variabel keputusan kedua yaitu titik pemesanan kembali optimal (r_b) yang didapatkan dari hasil perbandingan tabel diatas menunjukan hasil perubahan yang signifikan pada semua Produk Batik. Dari beberapa produk tersebutmengalami perbedaan titik pemesanan kembali optimal (r_b) pada keseluruhan namun pada beberapa produk tersebut mengalami cenderung memiliki nilai titik pemesanan kembali optimal (r_b) yang naik dan turun. Pada Produk Batik 1 cenderung mengalami kenaikan yaitu *Buyer* 2 dari 671 unit menjadi 905 unit, *Buyer* 4 dari 105 unit menjadi 615 unit, dan *Buyer* 5 dari 37 unit menjadi 82 unit. Pada Produk Batik 2 cenderung mengalami kenaikan yaitu *Buyer* 1 dari 274 unit menjadi 536 unit, *Buyer* 3 dari 26 unit menjadi 714 unit, dan *Buyer* 4 dari 8 unit menjadi 938 unit. Pada Produk Batik 3 cenderung mengalami kenaikan yaitu *Buyer* 1 dari 32 unit menjadi 39 unit, *Buyer* 2 dari 207 unit menjadi 224 unit, *Buyer* 3 dari 305 unit menjadi 422 unit, dan *Buyer 4* dari 37 unit menjadi 167 unit. Pada Produk Batik 4 cenderung mengalami penurunan yaitu *Buyer* 2 dari 527 unit menjadi 65 unit, *Buyer* 4 dari 111 unit menjadi 16 unit, dan *Buyer 5* dari 47 unit menjadi 29 unit. Pada Produk Batik 5 cenderung mengalami kenaikan yaitu *Buyer* 4 dari 148 unit menjadi 411 unit dan *Buyer* 5 dari 307 unit menjadi 525 unit, serta mengalami penurunan pada *Buyer* 2 dari 798 unit menjadi 527 unit dan *Buyer* 3 dari 737 unit menjadi 140 unit.

Tabel 5. 2 Hasil Perbandingan Variabel Keputusan *Vendor* Antara Kedua Model

Jenis Produk	**Pihak**	**Model Tanpa Koordinasi**		**Model Dengan Koordinasi**	
		***P* (unit)**	**r_v (unit)**	***P**(unit)**	**r_v*(unit)**
Produk Batik 1	*Vendor*	10	478	19	512
Produk Batik 2		358	54	401	44
Produk Batik 3		3	240	8	240
Produk Batik 4		21	739	21	739
Produk Batik 5		6	166	6	166

Dari hasil perbandingan tabel diatas menunjukkan jumlah produksi optimal (P) dan titik produksi kembali (r_v). Hasil optimasi dari *solver evolutionary* menghasilkan perubahan yang signifikan pada jumlah produksi optimal (P) pada model tanpa koordinasi dan model dengan

koordinasi dan yang mengalami kenaikan jumlah produksi optimal (*P*) adalah pada Produk Batik 1 yaitu dari 10 unit menjadi 19 unit, pada Produk Batik 2 yaitu sebesar 358 unit menjadi 401, pada Produk Batik 3 yaitu dari 3 unit menjadi 8 unit, sedangkan pada Produk Batik 4 dan Produk Batik 5 tidak mengalami perubahan yang jumlah produksi optimalnya tetap sama pada kedua modelnya.

Untuk variabel pada titik produksi kembali (r_v) hasil dari optimasi *solver evolutionary* diperoleh penurunan yang signifikan pada titik produksi kembali (r_v). Dapat dilihat pada Produk Batik 1 mengalami kenaikan dari 478 unit menjadi 512 unit, pada Produk Batik 2 mengalami penurunan yaitu dari 54 unit menjadi 44 unit, pada Produk Batik 3 tidak mengalami perubahan atau tetap sama pada kedua model yaitu sebesar 240 unit, pada Produk Batik 4 tidak mengalami perubahan yaitu sebesar 739 unit, dan pada Produk Batik 5 tidak mengalami perubahan juga yaitu sebesar 166 unit.

Kenaikan ukuran lot yang diproduksi oleh *Vendor* secara langsung akan mempengaruhi biaya *setup* produksi, karena semakin banyak produksi batik maka biaya *setup* yang dikeluarkan atau yang dibayar oleh pemasok akan semakin bertambah. Selain itu, kenaikan dari ukuran lot produksi juga mempengaruhi dari banyaknya produk yang bisa disimpan tetapi biaya persediaan yang harus dikeluarkan oleh pemasok juga bertambah. Namun, kenaikan lot produksi dapat mengurangi jumlah dari *lost sales* yang ditanggung oleh *Vendor* karena permintaan yang dapat dipenuhi semakin banyak sehingga biaya *lost sales* berkurang. Begitu juga sebaliknya penurunan ukuran lot produksi dapat mempengaruhi menurunya produk yang perlu disimpan dan diproduksi, maka dari itu biaya simpan dan biaya *setup* menjadi lebih rendah tetapi biaya *lost sales* menjadi bertambah banyak karena permintaan yang tidak dapat dipenuhi juga semakin melonjak. Dengan adanya penambahan biaya emisi karbon dapat mengurangi frekuensi produksi dengan mengandalkan persediaan dapat mengurangi biaya dari emisi karbon itu sendiri dengan itu perusahaan dapat mencapai total biaya optimum dengan kapasitas produksi yang ada serta dapat mengurangi pemborosan energi mesin yang juga memerlukan biaya. Oleh karena itu, perusahaan dapat menyeimbangkan biaya emisi karbon dengan pengelolaan ukuran lot produksi yang efektif untuk menanggulangi kerugian biaya perusahaan.

5.2 Analisis Perbadingan Total Biaya *Buyer*

Berikut ini adalah hasil dari perbandingan total biaya yang dikeluarkan oleh *Buyer* pada kedua model yang telah dilakukan menggunakan *solver evolutionary* dan diperoleh dari hasil optimasi ukuran lot pemesanan dan titik pemesanan kembali.

Tabel 5. 3 Hasil Total Biaya Perbandingan Pembeli antar Kedua Model

Jenis Produk	**Pihak**	**Model Tanpa Koordinasi (Rp)**	**Model Dengan Koordinasi (Rp)**
Produk Batik 1	*Buyer 1*	87.784.500	94.362.000
	Buyer 2	37.405.000	41.140.000
	Buyer 3	23.599.000	15.193.500
	Buyer 4	35.325.000	32.616.000
	Buyer 5	24.296.000	22.456.750
Produk Batik 2	*Buyer 1*	8.018.750	8.392.250
	Buyer 2	17.767.000	13.345.000
	Buyer 3	14.372.000	13.337.000
	Buyer 4	19.089.000	12.891.000
	Buyer 5	11.432.500	10.909.000
Produk Batik 3	*Buyer 1*	14.008.500	14.008.500
	Buyer 2	24.910.000	24.910.000
	Buyer 3	16.914.000	16.914.000
	Buyer 4	12.826.000	12.826.000
	Buyer 5	26.888.000	26.888.000
Produk Batik 4	*Buyer 1*	6.715.750	6.715.750
	Buyer 2	7.143.000	7.143.000
	Buyer 3	19.297.500	19.297.500
	Buyer 4	6.695.000	6.695.000
	Buyer 5	19.156.750	19.156.750
Produk Batik 5	*Buyer 1*	32.876.500	32.876.500
	Buyer 2	18.029.000	18.029.000
	Buyer 3	7.225.000	7.225.000
	Buyer 4	5.906.000	5.906.000

Jenis Produk	Pihak	Model Tanpa Koordinasi (Rp)	Model Dengan Koordinasi (Rp)
	Buyer 5	31.003.750	31.003.750

Tabel 5. 4 Hasil Total Biaya Pembeli Pada Setiap Produk Batik

Jenis Produk	Pihak	Model Tanpa Koordinasi (Rp)	Model Dengan Koordinasi (Rp)
Produk Batik 1	Semua Pembeli	208.409.500	205.768.250
Produk Batik 2		70.679.250	58.874.250
Produk Batik 3		95.546.500	95.546.500
Produk Batik 4		59.008.000	59.008.000
Produk Batik 5		95.040.250	95.040.250

Pada hasil perbandingan dan penjumlahan total biaya *Buyer* diatas yang perlu dikeluarkan oleh *Buyer* dengan hasil dari kedua model menggunakan *solver evolutionary*, pada total biaya model tanpa koordinasi cenderung mengalami penurunan pada Produk Batik 1 pada saat dilakukan optimasi gabungan, pada Produk Batik 2 cenderung mengalami penurunan total biaya saat dilakukan optimasi, pada total biaya Produk Batik 3 tidak mengalami perubahan total biaya produksi pada kedua model di setiap *Buyer*nya, pada total biaya Produk Batik 4 tidak mengalami perubahan total biaya produksi pada kedua model di setiap *Buyer*nya dan pada Produk Batik 5 juga tidak mengalami perubahan total biaya produksi pada kedua model di setiap *Buyer*nya. Dari hasil tersebut diketahui bahwa kenaikan dan penurunan total biaya bisa terjadi dikarenakan oleh perubahan lot pemesanan dan titik pemesanan ulang Produk Batik yang terjadi pada hasil hasil model dengan koordinasi dilakukan menggunakan *solver evolutionary.*

5.3 Analisis Perbandingan Total Biaya *Vendor*

Tabel 5. 5 Hasil Total Biaya *Vendor* dari Kedua Model

Jenis Produk	Pihak	Model Tanpa Koordinasi (Rp)	Model Dengan Koordinasi (Rp)
Produk Batik 1	*Vendor*	222.937.500	219.144.150
Produk Batik 2		106.943.570	116.841.875

Jenis Produk	Pihak	Model Tanpa Koordinasi (Rp)	Model Dengan Koordinasi (Rp)
Produk Batik 3		29.161.800	30.992.600
Produk Batik 4		70.314.850	70.314.850
Produk Batik 5		72.594.100	72.594.100
Total			**509.887.575**

Pada tabel perbandingan total biaya *Vendor* diatas dapat dilihat biaya yang perlu dikeluarkan pada kedua model yang sudah dioptimasi menggunakan *solver evolutionary*. Pada model dengan koordinasi cenderung mengalami kenaikan total biaya pada Produk Batik 2 sebanyak Rp. 106.943.570 menjadi Rp. 116.841.875 dan pada Produk Batik 3 mengalami kenaikan sebanyak Rp. 29.161.800 menjadi Rp. 30.992.600, sedangkan pada Produk Batik 4 tidak mengalami perubahan total biaya pada kedua modelnya yaitu sama sebanyak Rp. 70.314.850, dan pada Produk Batik 5 tidak mengalami perubahan total biaya pada kedua modelnya yaitu sama sebanyak Rp. 72.594.100.

5.4 Analisis Perbandingan Total Biaya Gabungan

Berdasarkan hasil dari perbandingan total biaya gabungan dari kedua model yang didapatkan dari kelima Produk Batik, pada tahap ini dilakukan analisis perbandingan total biaya gabungan dari model tanpa koordinasi dan model dengan koordinasi serta dilakukan penghematan biaya yang dihasilkan oleh model dengan koordinasi. Untuk mendapatkan hasil analisis penghematan total biaya terdapat perhitungan yang digunakan untuk mengetahui hasilnya yang diperoleh pada model dengan koordinasi menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Penghematan\ Total\ Biaya = \frac{(Model\ Tanpa\ Koordinasi - Model\ Dengan\ Koordinasi)}{Model\ Tanpa\ Koordinasi} \times 100\%$$

Tabel 5. 6 Hasil Total Biaya Gabungan dari Kedua Model

Variabel	**Jenis Produk**	**Model Tanpa Koordinasi (Rp)**	**Model Dengan Koordinasi (Rp)**	**Penghematan Total Biaya Gabungan**	
				Nilai Rupiah (Rp)	**Persentase (%)**
Total Biaya Gabungan	Produk Batik 1	431.347.000	424.912.400	6.434.600	1,49%
	Produk Batik 2	177.622.820	175.716.125	1.906.695	1,07%
	Produk Batik 3	124.708.300	126.539.100	-1.830.800	-1,47%
	Produk Batik 4	129.322.850	129.322.850	0	0
	Produk Batik 5	167.634.350	167.634.350	0	0
Total All Chain		**1.030.635.320**	**1.024.124.825**	**6.510.495**	**1,10%**

Berdasarkan pada tabel 5.6 didapatkan perbandingan total biaya gabungan dari Produk Batik 1, Produk Batik 2, Produk Batik 3, Produk Batik 4, dan Produk Batik 5 untuk kedua model yang diketahui bahwa secara garis besar terjadi penghematan. Hasil pebandingan total biaya gabungan antar kedua model yang mana menghasilkan penghematan biaya pada Produk Batik 1 sebesar Rp. 6.434.600,00 per 5 tahun dengan persentase sebesar 1,49%, pada Produk Batik 2 mengalami penghematan biaya sebesar Rp. 1.906.695,00 dengan persetanse sebesar 1,07%, pada Produk Batik 3 didapatkan selisih biaya sebesar -Rp. 1.830.800,00 per 5 tahun dengan persentase sebesar -1,47%, pada Produk Batik 4 tidak didapatkan selisih total biaya sebesar Rp. 129.322.850,00 per 5 tahun dan pada Produk Batik 5 tidak didapatkan selisih total biaya sebesar Rp. 167.634.350,00 per 5 tahun.

Dapat diketahui juga bahwa model dengan koordinasi dapat memberikan penghematan yaitu sebesar Rp. 6.510.495,00 atau dengan persentase sebesar 1,10% daripada model tanpa koordinasi. Dalam model koordinasi pihak pemasok yang lebih diuntungkan adalah Produk

Batik 4 dan Produk Batik 5 karena tidak mengalami perselisihan total biaya gabungan dari hasil optimasi model tanpa koordinasi dan model dengan koordinasi.

BAB VI

PENUTUP

5.5 Kesimpulan

Kesimpulan dalam penelitian ini adalah menjawab pertanyaan penelitian yang sudah dirumuskan pada bab latar belakang. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan penelitian bahwa model optimasi yang dikembangkan pada rantai pasok Produk Batik untuk penelitian ini merupakan model koordinasi antara *multi Buyer* dan *Vendor* tunggal dengan multi produk sebanyak 5 produk. Dimana model koordinasi mempertimbangkan total biaya gabungan yang dikeluarkan oleh pembeli dan pemasok sebagai fungsi tujuan serta variabel keputusan yang meliputi lot pemesanan, lot produksi, dan titik pemesanan kembali dalam proses optimasi menggunakan *Solver Evolutionary Ms Excel* yang termasuk dalam metode Algoritma Genetika.

Dengan adanya penambahan variabel emisi karbon yang terdapat dalam biaya pemasok pada perhitungan model optimasi penelitian ini dapat meminimasi dari total biaya gabungan yang didapatkan dari model tanpa koordinasi dan model dengan koordinasi. Oleh karena itu, penambahan biaya emisi karbon dapat mengurangi frekuensi produksi dengan menggandalkan persediaan dapat mengurangi biaya dari emisi karbon itu sendiri dengan itu perusahaan dapat mencapai total biaya optimum. Dari kedua model yang telah dilakukan optimasi didapatkan penghematan biaya pada model dengan koordinasi dengan penghematan total biaya gabungan sebesar Rp. 6.510.495,00 atau dengan persentase sebesar 1,10%.

5.6 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya dengan mempertimbangkan beberapa aspek berikut ini :

1. Penerapan *Green Marketing* untuk mempertimbangkan emisi karbon agar lebih ramah lingkungan.
2. Pada penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan dengan menambahkan data biaya pengiriman produk.
3. Model selanjutnya yang dikembangkan dengan mempertimbangkan variabel tambahan lain seperti *backorder, quantity discount* maupun percepatan *lead time.*
4. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi masukan dan referensi untuk UMKM Batik X di Yogyakarta dalam melakukan kebijakan produksi.

DAFTAR PUSTAKA

Admaja, W. K., Nasirudin, & Sriwinarno, H. (2018). Identifikasi dan Analisis Jejak Karbon (Carbon Footprint) dari Penggunaan Listrik di Instut Teknologi Yogyakarta. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, vol.18/no.2.

Agustin, M. A., & Dahda, S. S. (2022). Pengembangan Model Persediaan Single Vendor Multi Buyer Dengan Kebijakan Rework. *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, 211-217.

Andrian, F. (2024). Analisis Kinerja Bangunan Hijau dalam Konteks Kebutuhan Energi. *Jurnal Teknik Prodi Arsitektur*, Vol1. No.1.

Armandi, E., Purwani, A., & Linarti, U. (2019). Optimasi Rute Pengangkutan Sampah Kota Yogyakarta Menggunakan Hybrid Genetic Algorithm. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 2460-4038.

Asih, H. M., Leuveano, R. A., & Dharmawan, D. A. (2023). Optimizing Lot Sizing Model for Perishable Bread Products Using Genetic Algorithm. *Jurnal sistem dan Manajemen Industri*, 139-154.

Chauhan, S. S., & Proth, J.-M. (2005). Analysis of a Supply Chain Partnership With Revenue Sharing. *International Jurnal of Production Economics*, 44-51.

Chopra, S., & Meindl, P. (2013). Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 1873-6505.

Dahda, S. S., & Andesta, D. (2022). Ukuran Lot yang Ekonomis pada Model Persediaan Integrasi Single Vendor dan Single Buyer. *Jurnal Manajemen dan Teknik Industri-Produksi*, 65-74.

Dwicahyani, A. R., & Rifa, F. A. (2021). Review Bidang Kajian Model Persediaan Pada Reverse Logistics dan Sistem Rantai Pasok Siklus Tertutup. *Jurnal SENOPATI*, 46-55.

Fadylla, A. R., & Azizah, F. N. (2023). Optimalisasi Biaya Distribusi dengan Model Transportasi Pada UMKM Pembuatan Tempe. *Jurnal Sain dan Teknik*, 2685-8304.

Fatnita, A. V., & Lukmandono. (2020). Optimasi Rute Distribusi Tabung LPG 3 Kg Dengan Menggunakan Alogaritma Genetika Pada Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) (Studi kasus pada PT. Jana Pusaka Migas). *Jurnal Teknik Industri*, 2685-6875.

Febryanti, Syah, N., Razak, A., & Diliafrosa, S. (2024). Analisis Jejak Karbon Dalam Produksi Dan Konsumsi Energi : Menuju Ekonomi Hijau. *Gudang Jurnal Multidisplin Ilmu*, 197.

Fitria, S., & Yustisya, P. Z. (2021). The Urgency of Environmentlly Friendly Batik Products in Treating the Potential of The International Market. *Jurnal Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik*, 2715-7814.

Handayani, D. I., Iswardani, K., Haryono, & Prihatiningsih, T. (2023). Enhancing Food Supply Chain Efficiency: A Consolidation Shipping Approach For Multi-Product and Multiechelon. *Jurnal UMSIDA PROZIMA*, 154-167.

Herlina, L. (2021). Perancangan Model Integrasi Perencanaan dan Distribusi Pada Rantai Pasok Agroindustri Udang (Kasus PT X). *Jurnal Teknik Industri Pertanian*.

Indra, Z., & Subanar. (2014). Optimasi Biaya Distribusi Rantai Pasok Tiga Tingkat dengan Menggunakan Algorima Genetika Adaptif dan Terdistribusi. *Indonesian Journal of Computing and cybernetics Systems*, 189-200.

Irvai, M., & Herdiansyah, M. I. (2021). Model Optimasi Jaringan Rantai Pasok Pada Sistem Informasi Harga Karet Rakyat Berbasis Web. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 600-608.

Jeremi, N. A., & Vanany, I. (2023). Supply Chain Optimization Model for Fresh Cow's Milk to Reduce Carbon Emissions and Food Waste. *Teknik Sistem dan Industri*, 46-58.

Kurniawan, Triwiyatno, A., & Setiawan, I. (2023). Optimization of Wind Farm Yaw Offset Angle Using Online Genetic Algorithm With a Modified Elitism Strategy to Maximize Power Production. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika*, 185-199.

Kusumawardhani, N. A. (2022). *Model Penentuan Ukuran Lot Gabungan Dalam Sistem Rantai Pasok Single Vendor-Multi Buyer dengan Reactive Lateral Transshipment.* Yogyakarta.

Mahmudy, W. F. (2014). ALGORITMA EVOLUSI. *Modul Kuliah Semester Ganjil 2013-2014*, Malang: universitas Brawijaya.

Natasha, J. A., Aulia, A. w., & Syarifah, S. I. (2024). TRANSFORMASI BATIK ECOPRINT MALANG SELATAN: OPTIMASI GREEN CAPITAL BUDGETING DAN GREEN MARKETING UNTUK PASAR GLOBAL. *Simposium Nasional Akuntansi Vokasi (SNAV) XII*, 578-589.

Permadi, R. M. (2024). OPTIMASI SISTEM DISTRIBUSI DALAM LINGKUP SINGLE-PRODUCTS, MULTI-BUYERS, MENGGUNAKAN PENDEKATAN ALGORITMA GENETIKA. *Jurnal Teknik Industri*.

Pristiwaji, A. S. (2023). Optimasi Sistem Rantai Pasok Multi-Eselon dengan Permintaan Probabilitas Menggunakan Pendekatan Teori Permainan Stackelberg dan Algoritma Evolusi. *Tesis Teknik Industri*.

Rahayuningsih, M., Handayani, L., Abdullah, M., Solichin, & Arifin, M. (2021). Kajian Jejak Karbon (carbon footprint) di FMIPA Universitas Negeri Semarang. *Indonesian Journal of Conservation*, 48-52.

Rendra, H., & Arbi, A. (2024). Sistem Persediaan Penentuan Ukuran Lot Pemesanan Menggunakan Metode Join Economic Lot Size. *Jurnal Menara*, 3032-3975.

Rinaldi, I. D. (2023). Optimasi Ukuran Lot Pada Sistem Rantai Pasok Multi Eselon Dengan Reactive Lateral Transshipment. *Teknik Industri*, 1-132.

Safira, C., Rahmah, H., & Indainanto, Y. I. (2024). ANALISIS KOMUNIKASI BISNIS DALAM PENGEMBANGAN GREEN ENTERPRENEURSHIP MELALUI BATIK ECOPRINT UMKM BATIK DURENAN INDAH SEMARANG. *Jurnal Ilmu Komunikasi Politik dan Komunikasi Bisnis*, 93-102.

Saputra, H., & Fithri, P. (2012). Perancangan Model Pengukuran Kinerja Green Supply Chain Pulp dan Kertas. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 193-202.

Sulaeman, M. M., & Harsono, M. (2021). Supply Chain Ontology: Model Overview adn Synthesis. *Jurnal Mantik*, 790-799.

Sulistiyorini, R., & Mahmudy , W. F. (2015). PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA UNTUK PERMASALAHAN OPTIMASI DISTRIBUSI BARANG DUA TAHAP. *Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya*, vol. 5, no. 12.

Utomo, R., Poeri S, P., & Rahayu, M. (2012). Optimasi Penyusunan Paket Suku Cadang Pada PT XYZ Menggunakan Metode Algoritma Genetika. *Jurnal SNTIKI*, 2085-9902.

LAMPIRAN

1. Data distribusi pola permintaan (*Demand Pattern*)

   Terdapat dua data distribusi pola permintaan pada penelitian ini yaitu pola permintaan berstribusi normal dan pola permintaan berdistribusi *uniform.*

   Contoh pada penelitian ini pada pola permintaan berdistribusi normal adalah sebagai berikut :

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

   Contoh pada penelitian ini pada pola permintaan berdistribusi *uniform* adalah sebagai berikut :

   Uniform(30,70) nilai 30 menunjukkan nilai batas bawah dan nilai 70 menunjukkan nilai batas atas.

   Produk Batik 1

   Tabel 1 Permintaan Pembeli ke Pemasok pada Produk Batik 1

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

   Tabel 2 Permintaan Pembeli ke Pembeli lain pada Produk Batik 1

Buyer	***Buyer***				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
1		Uniform(2, 10)	Uniform(2, 15)		
2				Uniform(7, 13)	
3					
4					
5	Uniform(2, 5)				

   Produk Batik 2

   Tabel 3 Permintaan Pembeli ke Pemasok pada Produk Batik 2

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

   Tabel 4 Permintaan Pembeli ke Pembeli pada Produk Batik 2

Buyer	*Buyer*				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
1		Uniform(2, 10)	Uniform(2, 15)		
2				Uniform(7, 13)	
3					
4					
5	Uniform(2, 5)				

Produk Batik 3

Tabel 5 Permintaan Pembeli ke Pemasok pada Produk Batik 3

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

Tabel 6 Permintaan Pembeli ke Pembeli pada Produk Batik 3

Buyer	*Buyer*				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
1		Uniform(2, 10)	Uniform(2, 15)		
2				Uniform(7, 13)	
3					
4					
5	Uniform(2, 5)				

Produk Batik 4

Tabel 7 Permintaan Pembeli ke Pemasok pada Produk Batik 4

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

Tabel 8 Permintaan Pembeli ke Pembeli pada Produk Batik 4

Buyer	*Buyer*				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
1		Uniform(2, 10)	Uniform(2, 15)		
2				Uniform(7, 13)	
3					
4					
5	Uniform(2, 5)				

Produk Batik 5

Tabel 9 Permintaan Pembeli ke Pemasok pada Produk Batik 5

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

Tabel 10 Permintaan Pembeli ke Pembeli pada Produk Batik 5

Buyer	***Buyer***				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
1		Uniform(2, 10)	Uniform(2, 15)		
2				Uniform(7, 13)	
3					
4					
5	Uniform(2, 5)				

2. Hasil Model Simulasi Tanpa Koordinasi
   Contoh hanya untuk pada Produk Batik 1

Buyer 1

t	Init. Inv	Demand	D from Buyer 2	D from Buyer 3	Total Demand	End. Inv	Order to Vendor	Order to Buyer 5	Lost Sales	Abs Inv
1	300	264	0	0	264	36	604	5	0	36
2	640	261	5	2	268	372	0	0	0	372
3	372	309	9	0	318	54	604	0	0	54
4	658	334	8	0	342	316	0	3	0	316
5	316	252	0	13	265	51	604	4	0	51
6	655	301	0	3	304	351	0	0	0	351
7	351	332	0	12	344	7	604	0	0	7
8	611	310	0	0	310	301	0	3	0	301
9	301	336	8	0	344	-43	604	0	43	0
10	604	288	7	5	300	304	0	3	0	304
11	304	288	2	0	290	14	604	3	0	14
12	618	276	8	10	294	324	0	2	0	324
13	324	287	0	0	287	37	604	5	0	37
14	641	291	0	0	291	350	0	3	0	350
15	350	309	9	3	321	29	604	3	0	29
16	633	300	5	0	305	328	0	3	0	328
17	328	355	10	11	376	-48	604	0	48	0
18	604	346	7	0	353	251	0	2	0	251
19	251	247	0	0	247	4	604	0	0	4
20	608	252	5	0	257	351	0	0	0	351
21	351	265	0	0	265	86	604	4	0	86
22	690	299	3	14	316	374	0	0	0	374
23	374	332	0	15	347	27	604	2	0	27
24	631	343	8	0	351	280	0	0	0	280
25	280	325	0	0	325	-45	604	2	45	0
26	604	253	0	15	268	336	0	3	0	336
27	336	311	7	4	322	14	604	0	0	14
28	618	269	0	0	269	349	0	0	0	349
29	349	242	0	0	242	107	604	2	0	107
30	711	325	0	7	332	379	0	0	0	379
31	379	239	0	0	239	140	604	4	0	140
32	744	272	4	0	276	468	0	0	0	468
33	468	335	0	5	340	128	604	3	0	128
34	732	363	3	3	369	363	0	0	0	363
35	363	274	0	0	274	89	604	0	0	89
36	693	333	0	10	343	350	0	2	0	350
37	350	315	0	15	330	20	604	0	0	20
38	624	256	3	7	266	358	0	3	0	358
39	358	332	0	13	345	13	604	0	0	13
40	617	304	0	0	304	313	0	0	0	313
41	313	270	0	7	277	36	604	3	0	36
42	640	311	9	0	320	320	0	2	0	320
43	320	267	9	14	290	30	604	0	0	30
44	634	339	0	0	339	295	0	0	0	295
45	295	280	10	0	290	5	604	0	0	5
46	609	319	0	11	330	279	0	3	0	279
47	279	293	5	0	298	-19	604	0	19	0
48	604	328	0	8	336	268	0	3	0	268
49	268	227	3	0	230	38	604	3	0	38
50	642	352	6	6	364	278	0	0	0	278
51	278	304	10	12	326	-48	604	0	48	0
52	604	292	0	12	304	300	0	0	0	300
53	300	324	6	0	330	-30	604	5	30	0
54	604	277	10	0	287	317	0	0	0	317
55	317	270	0	14	284	33	604	0	0	33
56	637	358	7	8	373	264	0	4	0	264
57	264	368	0	14	382	-118	604	3	118	0
58	604	263	10	6	279	325	0	0	0	325
59	325	290	2	0	292	33	604	0	0	33
60	637	331	3	7	341	296	0	0	0	296

Buyer 2

t	Init. Inv	Demand	D from Buyer 4	Total Demand	End. Inv	Order to Vendor	Order to Buyer 1	Lost Sales	Abs Inv
1	150	155	10	165	-15	304	0	15	0
2	304	123	0	123	181	0	5	0	181
3	181	165	9	174	7	304	9	0	7
4	311	107	9	116	195	0	8	0	195
5	195	185	10	195	0	304	0	0	0
6	304	153	0	153	151	0	0	0	151
7	151	142	11	153	-2	304	0	2	0
8	304	132	10	142	162	0	0	0	162
9	162	164	0	164	-2	304	8	2	0
10	304	124	0	124	180	0	7	0	180
11	180	143	0	143	37	304	2	0	37
12	341	148	0	148	193	0	8	0	193
13	193	139	12	151	42	304	0	0	42
14	346	128	0	128	218	0	0	0	218
15	218	124	11	135	83	304	9	0	83
16	387	170	10	180	207	0	5	0	207
17	207	141	11	152	55	304	10	0	55
18	359	139	0	139	220	0	7	0	220
19	220	121	0	121	99	304	0	0	99
20	403	182	9	191	212	0	5	0	212
21	212	152	0	152	60	304	0	0	60
22	364	210	0	210	154	0	3	0	154
23	154	152	0	152	2	304	0	0	2
24	306	132	11	143	163	0	8	0	163
25	163	182	0	182	-19	304	0	19	0
26	304	144	12	156	148	0	0	0	148
27	148	117	0	117	31	304	7	0	31
28	335	143	12	155	180	0	0	0	180
29	180	150	10	160	20	304	0	0	20
30	324	187	13	200	124	0	0	0	124
31	124	164	9	173	-49	304	0	49	0
32	304	160	10	170	134	0	4	0	134
33	134	145	0	145	-11	304	0	11	0
34	304	144	0	144	160	0	3	0	160
35	160	143	7	150	10	304	0	0	10
36	314	158	0	158	156	0	0	0	156
37	156	148	9	157	-1	304	0	1	0
38	304	168	0	168	136	0	3	0	136
39	136	160	0	160	-24	304	0	24	0
40	304	151	8	159	145	0	0	0	145
41	145	169	10	179	-34	304	0	34	0
42	304	137	13	150	154	0	9	0	154
43	154	200	11	211	-57	304	9	57	0
44	304	166	11	177	127	0	0	0	127
45	127	155	0	155	-28	304	10	28	0
46	304	167	13	180	124	0	0	0	124
47	124	160	9	169	-45	304	5	45	0
48	304	143	0	143	161	0	0	0	161
49	161	127	0	127	34	304	3	0	34
50	338	133	0	133	205	0	6	0	205
51	205	147	12	159	46	304	10	0	46
52	350	139	0	139	211	0	0	0	211
53	211	173	9	182	29	304	6	0	29
54	333	156	9	165	168	0	10	0	168
55	168	164	12	176	-8	304	0	8	0
56	304	116	8	124	180	0	7	0	180
57	180	165	0	165	15	304	0	0	15
58	319	131	12	143	176	0	10	0	176
59	176	141	0	141	35	304	2	0	35
60	339	175	0	175	164	0	3	0	164

Buyer 3

t	Init. Inv	Demand	End. Inv	Order to Vendor	Order to Buyer 1	Lost Sales	Abs Inv
1	70	32	38	259	0	0	38
2	297	60	237	0	2	0	237
3	237	31	206	0	0	0	206
4	206	69	137	0	0	0	137
5	137	35	102	0	13	0	102
6	102	33	69	0	3	0	69
7	69	58	11	259	12	0	11
8	270	54	216	0	0	0	216
9	216	36	180	0	0	0	180
10	180	37	143	0	5	0	143
11	143	49	94	0	0	0	94
12	94	53	41	259	10	0	41
13	300	42	258	0	0	0	258
14	258	54	204	0	0	0	204
15	204	62	142	0	3	0	142
16	142	48	94	0	0	0	94
17	94	62	32	259	11	0	32
18	291	70	221	0	0	0	221
19	221	32	189	0	0	0	189
20	189	54	135	0	0	0	135
21	135	58	77	0	0	0	77
22	77	62	15	259	14	0	15
23	274	44	230	0	15	0	230
24	230	43	187	0	0	0	187
25	187	41	146	0	0	0	146
26	146	40	106	0	15	0	106
27	106	34	72	0	4	0	72
28	72	39	33	259	0	0	33
29	292	34	258	0	0	0	258
30	258	70	188	0	7	0	188
31	188	49	139	0	0	0	139
32	139	64	75	0	0	0	75
33	75	69	6	259	5	0	6
34	265	36	229	0	3	0	229
35	229	67	162	0	0	0	162
36	162	39	123	0	10	0	123
37	123	31	92	0	15	0	92
38	92	61	31	259	7	0	31
39	290	47	243	0	13	0	243
40	243	63	180	0	0	0	180
41	180	59	121	0	7	0	121
42	121	33	88	0	0	0	88
43	88	34	54	0	14	0	54
44	54	70	-16	259	0	16	0
45	259	55	204	0	0	0	204
46	204	66	138	0	11	0	138
47	138	37	101	0	0	0	101
48	101	35	66	0	8	0	66
49	66	54	12	259	0	0	12
50	271	40	231	0	6	0	231
51	231	42	189	0	12	0	189
52	189	59	130	0	12	0	130
53	130	39	91	0	0	0	91
54	91	38	53	0	0	0	53
55	53	60	-7	259	14	7	0
56	259	63	196	0	8	0	196
57	196	40	156	0	14	0	156
58	156	62	94	0	6	0	94
59	94	32	62	0	0	0	62
60	62	48	14	259	7	0	14

Buyer 4

t	Init. Inv	Demand	End. Inv	Order to Vendor	Order to Buyer 2	Lost Sales	Abs Inv
1	155	127	28	297	10	0	28
2	325	130	195	0	0	0	195
3	195	145	50	297	9	0	50
4	347	151	196	0	9	0	196
5	196	127	69	297	10	0	69
6	366	129	237	0	0	0	237
7	237	131	106	0	11	0	106
8	106	152	-46	297	10	46	0
9	297	120	177	0	0	0	177
10	177	123	54	297	0	0	54
11	351	134	217	0	0	0	217
12	217	140	77	297	0	0	77
13	374	131	243	0	12	0	243
14	243	141	102	297	0	0	102
15	399	126	273	0	11	0	273
16	273	127	146	0	10	0	146
17	146	149	-3	297	11	3	0
18	297	138	159	0	0	0	159
19	159	131	28	297	0	0	28
20	325	130	195	0	9	0	195
21	195	122	73	297	0	0	73
22	370	143	227	0	0	0	227
23	227	144	83	297	0	0	83
24	380	129	251	0	11	0	251
25	251	120	131	0	0	0	131
26	131	143	-12	297	12	12	0
27	297	147	150	0	0	0	150
28	150	149	1	297	12	0	1
29	298	150	148	0	10	0	148
30	148	135	13	297	13	0	13
31	310	155	155	0	9	0	155
32	155	143	12	297	10	0	12
33	309	130	179	0	0	0	179
34	179	149	30	297	0	0	30
35	327	153	174	0	7	0	174
36	174	155	19	297	0	0	19
37	316	129	187	0	9	0	187
38	187	128	59	297	0	0	59
39	356	151	205	0	0	0	205
40	205	140	65	297	8	0	65
41	362	155	207	0	10	0	207
42	207	131	76	297	13	0	76
43	373	128	245	0	11	0	245
44	245	146	99	297	11	0	99
45	396	142	254	0	0	0	254
46	254	155	99	297	13	0	99
47	396	139	257	0	9	0	257
48	257	137	120	0	0	0	120
49	120	140	-20	297	0	20	0
50	297	153	144	0	0	0	144
51	144	154	-10	297	12	10	0
52	297	143	154	0	0	0	154
53	154	123	31	297	9	0	31
54	328	153	175	0	9	0	175
55	175	132	43	297	12	0	43
56	340	146	194	0	8	0	194
57	194	124	70	297	0	0	70
58	367	151	216	0	12	0	216
59	216	141	75	297	0	0	75
60	372	133	239	0	0	0	239

Buyer 5

t	Init. Inv	Demand	D from Buyer 1	Total Demand	End. Inv	Order	Lost Sales	Abs Inv
1	60	71	5	76	-16	164	16	0
2	164	59	0	59	105	0	0	105
3	105	17	0	17	88	0	0	88
4	88	74	3	77	11	164	0	11
5	175	71	4	75	100	0	0	100
6	100	87	0	87	13	164	0	13
7	177	46	0	46	131	0	0	131
8	131	41	3	44	87	0	0	87
9	87	29	0	29	58	0	0	58
10	58	73	3	76	-18	164	18	0
11	164	36	3	39	125	0	0	125
12	125	57	2	59	66	0	0	66
13	66	49	5	54	12	164	0	12
14	176	14	3	17	159	0	0	159
15	159	109	3	112	47	0	0	47
16	47	24	3	27	20	164	0	20
17	184	71	0	71	113	0	0	113
18	113	42	2	44	69	0	0	69
19	69	3	0	3	66	0	0	66
20	66	33	0	33	33	164	0	33
21	197	82	4	86	111	0	0	111
22	111	49	0	49	62	0	0	62
23	62	44	2	46	16	164	0	16
24	180	57	0	57	123	0	0	123
25	123	44	2	46	77	0	0	77
26	77	83	3	86	-9	164	9	0
27	164	91	0	91	73	0	0	73
28	73	105	0	105	-32	164	32	0
29	164	56	2	58	106	0	0	106
30	106	59	0	59	47	0	0	47
31	47	58	4	62	-15	164	15	0
32	164	-5	0	-5	169	0	0	169
33	169	71	3	74	95	0	0	95
34	95	31	0	31	64	0	0	64
35	64	72	0	72	-8	164	8	0
36	164	53	2	55	109	0	0	109
37	109	29	0	29	80	0	0	80
38	80	20	3	23	57	0	0	57
39	57	14	0	14	43	0	0	43
40	43	69	0	69	-26	164	26	0
41	164	48	3	51	113	0	0	113
42	113	36	2	38	75	0	0	75
43	75	84	0	84	-9	164	9	0
44	164	119	0	119	45	0	0	45
45	45	75	0	75	-30	164	30	0
46	164	89	3	92	72	0	0	72
47	72	78	0	78	-6	164	6	0
48	164	45	3	48	116	0	0	116
49	116	77	3	80	36	164	0	36
50	200	55	0	55	145	0	0	145
51	145	54	0	54	91	0	0	91
52	91	29	0	29	62	0	0	62
53	62	98	5	103	-41	164	41	0
54	164	50	0	50	114	0	0	114
55	114	72	0	72	42	0	0	42
56	42	70	4	74	-32	164	32	0
57	164	24	3	27	137	0	0	137
58	137	53	0	53	84	0	0	84
59	84	61	0	61	23	164	0	23
60	187	84	0	84	103	0	0	103

Vendor

t	Init.Inv	Total Demand	End.Inv	Prod. Qty	Lost Sales	Abs. Inv	Prod. (Kg)
1	1628	1628	0	10	0	0	2,5
2	10	0	10	0	0	10	0
3	10	1205	-1195	10	1195	0	2,5
4	10	164	-154	0	154	0	0
5	0	1205	-1205	10	1205	0	2,5
6	10	164	-154	0	154	0	0
7	0	1167	-1167	10	1167	0	2,5
8	10	297	-287	0	287	0	0
9	0	908	-908	10	908	0	2,5
10	10	461	-451	0	451	0	0
11	0	908	-908	10	908	0	2,5
12	10	556	-546	0	546	0	0
13	0	1072	-1072	10	1072	0	2,5
14	10	297	-287	0	287	0	0
15	0	908	-908	10	908	0	2,5
16	10	164	-154	0	154	0	0
17	0	1464	-1464	10	1464	0	2,5
18	10	0	10	0	0	10	0
19	10	1205	-1195	10	1195	0	2,5
20	10	164	-154	0	154	0	0
21	0	1205	-1205	10	1205	0	2,5
22	10	259	-249	0	249	0	0
23	0	1369	-1369	10	1369	0	2,5
24	10	0	10	0	0	10	0
25	10	908	-898	10	898	0	2,5
26	10	461	-451	0	451	0	0
27	0	908	-908	10	908	0	2,5
28	10	720	-710	0	710	0	0
29	0	908	-908	10	908	0	2,5
30	10	297	-287	0	287	0	0
31	0	1072	-1072	10	1072	0	2,5
32	10	297	-287	0	287	0	0
33	0	1167	-1167	10	1167	0	2,5
34	10	297	-287	0	287	0	0
35	0	1072	-1072	10	1072	0	2,5
36	10	297	-287	0	287	0	0
37	0	908	-908	10	908	0	2,5
38	10	556	-546	0	546	0	0
39	0	908	-908	10	908	0	2,5
40	10	461	-451	0	451	0	0
41	0	908	-908	10	908	0	2,5
42	10	297	-287	0	287	0	0
43	0	1072	-1072	10	1072	0	2,5
44	10	556	-546	0	546	0	0
45	0	1072	-1072	10	1072	0	2,5
46	10	297	-287	0	287	0	0
47	0	1072	-1072	10	1072	0	2,5
48	10	0	10	0	0	10	0
49	10	1628	-1618	10	1618	0	2,5
50	10	0	10	0	0	10	0
51	10	1205	-1195	10	1195	0	2,5
52	10	0	10	0	0	10	0
53	10	1369	-1359	10	1359	0	2,5
54	10	0	10	0	0	10	0
55	10	1464	-1454	10	1454	0	2,5
56	10	164	-154	0	154	0	0
57	0	1205	-1205	10	1205	0	2,5
58	10	0	10	0	0	10	0
59	10	1369	-1359	10	1359	0	2,5
60	10	259	-249	0	249	0	0

3. Hasil Model Simulasi Dengan Koordinasi

Contoh hanya untuk Produk Batik 1

Buyer 1

t	Init. Inv	Demand	D from Buyer 2	D from Buyer 3	Total Demand	End. Inv	Order to Vendor	Order to Buyer 5	Lost Sales	Abs Inv
1	300	264	0	0	264	36	581	5	0	36
2	617	261	5	2	268	349	0	0	0	349
3	349	309	9	0	318	31	581	0	0	31
4	612	334	8	0	342	270	0	3	0	270
5	270	252	0	13	265	5	581	4	0	5
6	586	301	0	3	304	282	0	0	0	282
7	282	332	0	12	344	-62	581	0	62	0
8	581	310	0	0	310	271	0	3	0	271
9	271	336	8	0	344	-73	581	0	73	0
10	581	288	7	5	300	281	0	3	0	281
11	281	288	2	0	290	-9	581	3	9	0
12	581	276	8	10	294	287	0	2	0	287
13	287	287	0	0	287	0	581	5	0	0
14	581	291	0	0	291	290	0	3	0	290
15	290	309	9	3	321	-31	581	3	31	0
16	581	300	5	0	305	276	0	3	0	276
17	276	355	10	11	376	-100	581	0	100	0
18	581	346	7	0	353	228	0	2	0	228
19	228	247	0	0	247	-19	581	0	19	0
20	581	252	5	0	257	324	0	0	0	324
21	324	265	0	0	265	59	581	4	0	59
22	640	299	3	14	316	324	0	0	0	324
23	324	332	0	15	347	-23	581	2	23	0
24	581	343	8	0	351	230	0	0	0	230
25	230	325	0	0	325	-95	581	2	95	0
26	581	253	0	15	268	313	0	3	0	313
27	313	311	7	4	322	-9	581	0	9	0
28	581	269	0	0	269	312	0	0	0	312
29	312	242	0	0	242	70	581	2	0	70
30	651	325	0	7	332	319	0	0	0	319
31	319	239	0	0	239	80	581	4	0	80
32	661	272	4	0	276	385	0	0	0	385
33	385	335	0	5	340	45	581	3	0	45
34	626	363	3	3	369	257	0	0	0	257
35	257	274	0	0	274	-17	581	0	17	0
36	581	333	0	10	343	238	0	2	0	238
37	238	315	0	15	330	-92	581	0	92	0
38	581	256	3	7	266	315	0	3	0	315
39	315	332	0	13	345	-30	581	0	30	0
40	581	304	0	0	304	277	0	0	0	277
41	277	270	0	7	277	0	581	3	0	0
42	581	311	9	0	320	261	0	2	0	261
43	261	267	9	14	290	-29	581	0	29	0
44	581	339	0	0	339	242	0	0	0	242
45	242	280	10	0	290	-48	581	0	48	0
46	581	319	0	11	330	251	0	3	0	251
47	251	293	5	0	298	-47	581	0	47	0
48	581	328	0	8	336	245	0	3	0	245
49	245	227	3	0	230	15	581	3	0	15
50	596	352	6	6	364	232	0	0	0	232
51	232	304	10	12	326	-94	581	0	94	0
52	581	292	0	12	304	277	0	0	0	277
53	277	324	6	0	330	-53	581	5	53	0
54	581	277	10	0	287	294	0	0	0	294
55	294	270	0	14	284	10	581	0	0	10
56	591	358	7	8	373	218	0	4	0	218
57	218	368	0	14	382	-164	581	3	164	0
58	581	263	10	6	279	302	0	0	0	302
59	302	290	2	0	292	10	581	0	0	10
60	591	331	3	7	341	250	0	0	0	250

Buyer 2

t	Init. Inv	Demand	D from Buyer 4	Total Demand	End. Inv	Order to Vendor	Order to Buyer 1	Lost Sales	Abs Inv
1	150	155	10	165	-15	295	0	15	0
2	295	123	0	123	172	0	5	0	172
3	172	165	9	174	-2	295	9	2	0
4	295	107	9	116	179	0	8	0	179
5	179	185	10	195	-16	295	0	16	0
6	295	153	0	153	142	0	0	0	142
7	142	142	11	153	-11	295	0	11	0
8	295	132	10	142	153	0	0	0	153
9	153	164	0	164	-11	295	8	11	0
10	295	124	0	124	171	0	7	0	171
11	171	143	0	143	28	295	2	0	28
12	323	148	0	148	175	0	8	0	175
13	175	139	12	151	24	295	0	0	24
14	319	128	0	128	191	0	0	0	191
15	191	124	11	135	56	295	9	0	56
16	351	170	10	180	171	0	5	0	171
17	171	141	11	152	19	295	10	0	19
18	314	139	0	139	175	0	7	0	175
19	175	121	0	121	54	295	0	0	54
20	349	182	9	191	158	0	5	0	158
21	158	152	0	152	6	295	0	0	6
22	301	210	0	210	91	0	3	0	91
23	91	152	0	152	-61	295	0	61	0
24	295	132	11	143	152	0	8	0	152
25	152	182	0	182	-30	295	0	30	0
26	295	144	12	156	139	0	0	0	139
27	139	117	0	117	22	295	7	0	22
28	317	143	12	155	162	0	0	0	162
29	162	150	10	160	2	295	0	0	2
30	297	187	13	200	97	0	0	0	97
31	97	164	9	173	-76	295	0	76	0
32	295	160	10	170	125	0	4	0	125
33	125	145	0	145	-20	295	0	20	0
34	295	144	0	144	151	0	3	0	151
35	151	143	7	150	1	295	0	0	1
36	296	158	0	158	138	0	0	0	138
37	138	148	9	157	-19	295	0	19	0
38	295	168	0	168	127	0	3	0	127
39	127	160	0	160	-33	295	0	33	0
40	295	151	8	159	136	0	0	0	136
41	136	169	10	179	-43	295	0	43	0
42	295	137	13	150	145	0	9	0	145
43	145	200	11	211	-66	295	9	66	0
44	295	166	11	177	118	0	0	0	118
45	118	155	0	155	-37	295	10	37	0
46	295	167	13	180	115	0	0	0	115
47	115	160	9	169	-54	295	5	54	0
48	295	143	0	143	152	0	0	0	152
49	152	127	0	127	25	295	3	0	25
50	320	133	0	133	187	0	6	0	187
51	187	147	12	159	28	295	10	0	28
52	323	139	0	139	184	0	0	0	184
53	184	173	9	182	2	295	6	0	2
54	297	156	9	165	132	0	10	0	132
55	132	164	12	176	-44	295	0	44	0
56	295	116	8	124	171	0	7	0	171
57	171	165	0	165	6	295	0	0	6
58	301	131	12	143	158	0	10	0	158
59	158	141	0	141	17	295	2	0	17
60	312	175	0	175	137	0	3	0	137

Buyer 3

t	Init. Inv	Demand	End. Inv	Order to Vendor	Order to Buyer 1	Lost Sales	Abs Inv
1	70	32	38	107	0	0	38
2	145	60	85	0	2	0	85
3	85	31	54	0	0	0	54
4	54	69	-15	107	0	15	0
5	107	35	72	0	13	0	72
6	72	33	39	107	3	0	39
7	146	58	88	0	12	0	88
8	88	54	34	107	0	0	34
9	141	36	105	0	0	0	105
10	105	37	68	0	5	0	68
11	68	49	19	107	0	0	19
12	126	53	73	0	10	0	73
13	73	42	31	107	0	0	31
14	138	54	84	0	0	0	84
15	84	62	22	107	3	0	22
16	129	48	81	0	0	0	81
17	81	62	19	107	11	0	19
18	126	70	56	0	0	0	56
19	56	32	24	107	0	0	24
20	131	54	77	0	0	0	77
21	77	58	19	107	0	0	19
22	126	62	64	0	14	0	64
23	64	44	20	107	15	0	20
24	127	43	84	0	0	0	84
25	84	41	43	107	0	0	43
26	150	40	110	0	15	0	110
27	110	34	76	0	4	0	76
28	76	39	37	107	0	0	37
29	144	34	110	0	0	0	110
30	110	70	40	107	7	0	40
31	147	49	98	0	0	0	98
32	98	64	34	107	0	0	34
33	141	69	72	0	5	0	72
34	72	36	36	107	3	0	36
35	143	67	76	0	0	0	76
36	76	39	37	107	10	0	37
37	144	31	113	0	15	0	113
38	113	61	52	0	7	0	52
39	52	47	5	107	13	0	5
40	112	63	49	0	0	0	49
41	49	59	-10	107	7	10	0
42	107	33	74	0	0	0	74
43	74	34	40	107	14	0	40
44	147	70	77	0	0	0	77
45	77	55	22	107	0	0	22
46	129	66	63	0	11	0	63
47	63	37	26	107	0	0	26
48	133	35	98	0	8	0	98
49	98	54	44	107	0	0	44
50	151	40	111	0	6	0	111
51	111	42	69	0	12	0	69
52	69	59	10	107	12	0	10
53	117	39	78	0	0	0	78
54	78	38	40	107	0	0	40
55	147	60	87	0	14	0	87
56	87	63	24	107	8	0	24
57	131	40	91	0	14	0	91
58	91	62	29	107	6	0	29
59	136	32	104	0	0	0	104
60	104	48	56	0	7	0	56

Buyer 4

t	Init. Inv	Demand	End. Inv	Order to Vendor	Order to Buyer 2	Lost Sales	Abs Inv
1	155	127	28	273	10	0	28
2	301	130	171	0	0	0	171
3	171	145	26	273	9	0	26
4	299	151	148	0	9	0	148
5	148	127	21	273	10	0	21
6	294	129	165	0	0	0	165
7	165	131	34	273	11	0	34
8	307	152	155	0	10	0	155
9	155	120	35	273	0	0	35
10	308	123	185	0	0	0	185
11	185	134	51	273	0	0	51
12	324	140	184	0	0	0	184
13	184	131	53	273	12	0	53
14	326	141	185	0	0	0	185
15	185	126	59	273	11	0	59
16	332	127	205	0	10	0	205
17	205	149	56	273	11	0	56
18	329	138	191	0	0	0	191
19	191	131	60	273	0	0	60
20	333	130	203	0	9	0	203
21	203	122	81	273	0	0	81
22	354	143	211	0	0	0	211
23	211	144	67	273	0	0	67
24	340	129	211	0	11	0	211
25	211	120	91	273	0	0	91
26	364	143	221	0	12	0	221
27	221	147	74	273	0	0	74
28	347	149	198	0	12	0	198
29	198	150	48	273	10	0	48
30	321	135	186	0	13	0	186
31	186	155	31	273	9	0	31
32	304	143	161	0	10	0	161
33	161	130	31	273	0	0	31
34	304	149	155	0	0	0	155
35	155	153	2	273	7	0	2
36	275	155	120	0	0	0	120
37	120	129	-9	273	9	9	0
38	273	128	145	0	0	0	145
39	145	151	-6	273	0	6	0
40	273	140	133	0	8	0	133
41	133	155	-22	273	10	22	0
42	273	131	142	0	13	0	142
43	142	128	14	273	11	0	14
44	287	146	141	0	11	0	141
45	141	142	-1	273	0	1	0
46	273	155	118	0	13	0	118
47	118	139	-21	273	9	21	0
48	273	137	136	0	0	0	136
49	136	140	-4	273	0	4	0
50	273	153	120	0	0	0	120
51	120	154	-34	273	12	34	0
52	273	143	130	0	0	0	130
53	130	123	7	273	9	0	7
54	280	153	127	0	9	0	127
55	127	132	-5	273	12	5	0
56	273	146	127	0	8	0	127
57	127	124	3	273	0	0	3
58	276	151	125	0	12	0	125
59	125	141	-16	273	0	16	0
60	273	133	140	0	0	0	140

Buyer 5

t	Init. Inv	Demand	D from Buyer 1	Total Demand	End. Inv	Order	Lost Sales	Abs Inv
1	60	71	5	76	-16	139	16	0
2	139	59	0	59	80	0	0	80
3	80	17	0	17	63	139	0	63
4	202	74	3	77	125	0	0	125
5	125	71	4	75	50	139	0	50
6	189	87	0	87	102	0	0	102
7	102	46	0	46	56	139	0	56
8	195	41	3	44	151	0	0	151
9	151	29	0	29	122	0	0	122
10	122	73	3	76	46	139	0	46
11	185	36	3	39	146	0	0	146
12	146	57	2	59	87	0	0	87
13	87	49	5	54	33	139	0	33
14	172	14	3	17	155	0	0	155
15	155	109	3	112	43	139	0	43
16	182	24	3	27	155	0	0	155
17	155	71	0	71	84	0	0	84
18	84	42	2	44	40	139	0	40
19	179	3	0	3	176	0	0	176
20	176	33	0	33	143	0	0	143
21	143	82	4	86	57	139	0	57
22	196	49	0	49	147	0	0	147
23	147	44	2	46	101	0	0	101
24	101	57	0	57	44	139	0	44
25	183	44	2	46	137	0	0	137
26	137	83	3	86	51	139	0	51
27	190	91	0	91	99	0	0	99
28	99	105	0	105	-6	139	6	0
29	139	56	2	58	81	0	0	81
30	81	59	0	59	22	139	0	22
31	161	58	4	62	99	0	0	99
32	99	-5	0	-5	104	0	0	104
33	104	71	3	74	30	139	0	30
34	169	31	0	31	138	0	0	138
35	138	72	0	72	66	139	0	66
36	205	53	2	55	150	0	0	150
37	150	29	0	29	121	0	0	121
38	121	20	3	23	98	0	0	98
39	98	14	0	14	84	0	0	84
40	84	69	0	69	15	139	0	15
41	154	48	3	51	103	0	0	103
42	103	36	2	38	65	139	0	65
43	204	84	0	84	120	0	0	120
44	120	119	0	119	1	139	0	1
45	140	75	0	75	65	0	0	65
46	65	89	3	92	-27	139	27	0
47	139	78	0	78	61	0	0	61
48	61	45	3	48	13	139	0	13
49	152	77	3	80	72	0	0	72
50	72	55	0	55	17	139	0	17
51	156	54	0	54	102	0	0	102
52	102	29	0	29	73	139	0	73
53	212	98	5	103	109	0	0	109
54	109	50	0	50	59	139	0	59
55	198	72	0	72	126	0	0	126
56	126	70	4	74	52	139	0	52
57	191	24	3	27	164	0	0	164
58	164	53	0	53	111	0	0	111
59	111	61	0	61	50	139	0	50
60	189	84	0	84	105	0	0	105

Vendor

t	Init.Inv	Total Demand	End.Inv	Prod. Qty	Lost Sales	Abs. Inv	Prod. (Kg)
1	1395	1395	0	19	0	0	4,75
2	19	0	19	0	0	19	0
3	19	1288	-1269	19	1269	0	4,75
4	19	107	-88	0	88	0	0
5	0	1288	-1288	19	1288	0	4,75
6	19	107	-88	0	88	0	0
7	0	1288	-1288	19	1288	0	4,75
8	19	107	-88	0	88	0	0
9	0	1149	-1149	19	1149	0	4,75
10	19	139	-120	0	120	0	0
11	0	1256	-1256	19	1256	0	4,75
12	19	0	19	0	0	19	0
13	19	1395	-1376	19	1376	0	4,75
14	19	0	19	0	0	19	0
15	19	1395	-1376	19	1376	0	4,75
16	19	0	19	0	0	19	0
17	19	1256	-1237	19	1237	0	4,75
18	19	139	-120	0	120	0	0
19	0	1256	-1256	19	1256	0	4,75
20	19	0	19	0	0	19	0
21	19	1395	-1376	19	1376	0	4,75
22	19	0	19	0	0	19	0
23	19	1256	-1237	19	1237	0	4,75
24	19	139	-120	0	120	0	0
25	0	1256	-1256	19	1256	0	4,75
26	19	139	-120	0	120	0	0
27	0	1149	-1149	19	1149	0	4,75
28	19	246	-227	0	227	0	0
29	0	1149	-1149	19	1149	0	4,75
30	19	246	-227	0	227	0	0
31	0	1149	-1149	19	1149	0	4,75
32	19	107	-88	0	88	0	0
33	0	1288	-1288	19	1288	0	4,75
34	19	107	-88	0	88	0	0
35	0	1288	-1288	19	1288	0	4,75
36	19	107	-88	0	88	0	0
37	0	1149	-1149	19	1149	0	4,75
38	19	0	19	0	0	19	0
39	19	1256	-1237	19	1237	0	4,75
40	19	139	-120	0	120	0	0
41	0	1256	-1256	19	1256	0	4,75
42	19	139	-120	0	120	0	0
43	0	1256	-1256	19	1256	0	4,75
44	19	139	-120	0	120	0	0
45	0	1256	-1256	19	1256	0	4,75
46	19	139	-120	0	120	0	0
47	0	1256	-1256	19	1256	0	4,75
48	19	139	-120	0	120	0	0
49	0	1256	-1256	19	1256	0	4,75
50	19	139	-120	0	120	0	0
51	0	1149	-1149	19	1149	0	4,75
52	19	246	-227	0	227	0	0
53	0	1149	-1149	19	1149	0	4,75
54	19	246	-227	0	227	0	0
55	0	1149	-1149	19	1149	0	4,75
56	19	246	-227	0	227	0	0
57	0	1149	-1149	19	1149	0	4,75
58	19	107	-88	0	88	0	0
59	0	1288	-1288	19	1288	0	4,75
60	19	0	19	0	0	19	0