

**PENGENDALIAN PERSEDIAAN MODEL PROBABILISTIK MULTI
PRODUK DENGAN PENDEKATAN SISTEM-Q YANG DI MODIFIKASI**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1

Program Studi Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Nama : Aditya Dwi Jullyan
No. Mahasiswa 20522157

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2025

PERNYATAAN KEASLIAN

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

Yogyakarta, 10 Desember 2024



(Aditya Dwi Jullyan)
20522157

SURAT BUKTI PENELITIAN



SURAT KETERANGAN PENELITIAN

Nomor : 321/Ka.lab SIMANTI/20/Lab.SIMANTI/XII/2024

Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokaatuh

Dengan hormat,

Yang bertanda tangan dibawah ini, menerangkan bahwa:

Nama : Aditya Dwi Jullyan

Nim : 20522157

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

"PENGENDALIAN *INVENTORY* DENGAN MODEL STOKASTIK MULTI PRODUK DENGAN PENDEKATAN SISTEM Q YANG DI MODIFIKASI

" mulai pelaksanaan penelitian 19 Agustus 2024 sampai 10 September 2024.

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

Wassalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokaatuh

Yogyakarta, 10 Desember 2024

Kepala Laboratorium

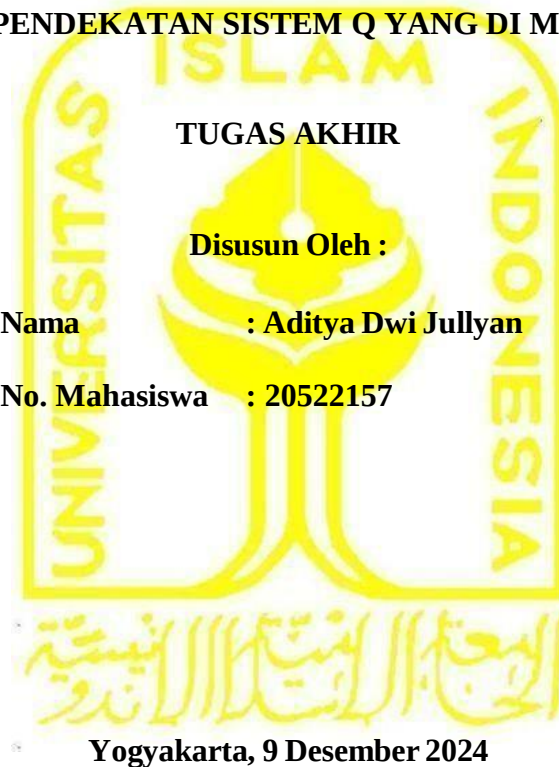
Sistem Manufaktur Terintegrasi

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Putri Dwi Annisa'.

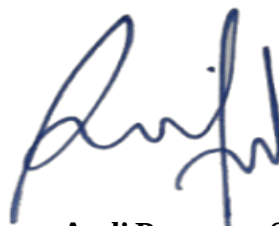
Putri Dwi Annisa, S.T., M.Sc.

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PENGENDALIAN *INVENTORY* DENGAN MODEL STOKASTIK MULTI PRODUK
DENGAN PENDEKATAN SISTEM Q YANG DI MODIFIKASI**



Dosen Pembimbing



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

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

PENGENDALIAN *INVENTORY* DENGAN MODEL STOKASTIK MULTI PRODUK DENGAN PENDEKATAN SISTEM Q YANG DI MODIFIKASI

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Aditya Dwi Jullyan

No. Mahasiswa 20522157

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

Yogyakarta, 24 - Desember – 2024

Tim Penguji

Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T.,

M.Sc., Ph.D., IPM

Ketua

Ir. Muchamad Sugarindra, S.T., M.T.I., IPM

Anggota I

Wahyudhi Sutrisno, S.T., M.M., M.T

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

NIK: 015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Untuk papa dan mama yang selalu mensupport dan mendoakan saya, terimakasih atas semua yang telah engkau berikan, semoga diberikan kesehatan dan panjang umur agar dapat menemani dan melihat perjalanan menuju kesuksesan saya, mas dan adik – adik saya tersayang Mas Wendi, Aura, dan Nadha.

MOTTO

*“ Dan mintalah pertolongan dengan sabar
dan sholat ” (Q.S Al Baqarah: 45)*

*“ Dan janganlah kamu merasa lemah dan janganlah pula bersedih hati, sebab kamulah
yang paling tinggi derajatnya jika kamu orang-orang yang beriman “
(Q.S Ali Imran:139)*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim,

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah, segala puji dan rasa syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia -Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “PENGENDALIAN INVENTORY DENGAN MODEL STOKASTIK MULTI PRODUK DENGAN PENDEKATAN SISTEM Q YANG DI MODIFIKASI” sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Industri Fakultas Teknik 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, penulis 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. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Industri Program Sarjana Fakultas Teknik Industri Universitas Islam Industri.
4. Kedua orang tua saya tercinta, papa Hari Prastyo Oetomo dan mama Sri Widayati yang telah menjadi suport sistem utama, doa, dukungan, motivasi, perhatian, dan kasih sayang yang tiada batasnya kepada penulis dalam menyelesaikan pendidikannya.
5. Kakek saya yang paling saya sayangi di dunia ini yang selalu memberikan tempat ternyaman untuk cucunya pulang yang selalu memberikan dukungan dan doa yang tak pernah putus dalam berproses di bidang akademik maupun non akademik selama saya hidup.
6. Teman – teman saya yang berada di Teknik Industri mau pun teman – teman dekat rumah saya yang sudah mendukung saya
7. Seta seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu proses penyelesaian Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, masih banyak kesalahan dalam penulisan maupun isi dari laporan ini. Penulisan sangat mengharapkan kritik seta saran yang membangun sehingga menjadi pedoman dalam penulisan laporan agar lebih baik. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat berguna bagi sebagaimana mestinya. Semoga semua bantuan dan kebaikan yang telah diberikan mendapatkan balasan pahala dari Allah SWT, Aamiin.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 9 Desember 2024



Aditya Dwi Jullyan
20522157

ABSTRAK

Penelitian ini mengeksplorasi pengelolaan inventori multi-produk dengan pendekatan sistem Q yang telah dimodifikasi, khususnya dalam sektor UMKM batik di Yogyakarta. UMKM batik menghadapi tantangan berupa permintaan stokastik dan metode pengelolaan inventori yang kurang efisien, yang dapat menyebabkan terjadinya kelebihan atau kekurangan stok. Studi ini bertujuan untuk merancang model optimasi yang dapat menekan total biaya inventori, meliputi biaya penyimpanan, pemesanan, dan kerugian akibat penjualan yang hilang. Penelitian ini menggunakan data sekunder dan simulasi berbasis metode *continuous review System*. Model yang dikembangkan mengintegrasikan sistem Q dengan elemen adaptif untuk mengatasi ketidakpastian permintaan. Uji validasi menunjukkan bahwa penerapan model ini berhasil menurunkan total biaya inventori hingga X% dibandingkan metode sebelumnya. Hasil studi membuktikan bahwa sistem Q yang dimodifikasi efektif dalam mengelola inventori di tengah fluktuasi permintaan, sehingga mampu mengurangi risiko kelebihan maupun kekurangan stok. Implementasi model ini memberikan efisiensi yang signifikan dalam pengelolaan biaya sekaligus meningkatkan daya saing UMKM batik.

Kata Kunci: inventori, sistem Q, model stokastik, UMKM batik.

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	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kajian Literatur	5
2.2 Landasan Teori.....	8
2.1.1 Persediaan.....	8
2.1.2 Metode Probabilistik	9
2.1.3 EOQ (<i>Economic Order Quantity</i>)	10
BAB III METODE PENELITIAN	13
3.1 Objek Penelitian	13
3.2 Jenis Data Penelitian	13
3.3 Alur Penelitian	13
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	18
4.1 Pengumpulan Data	18
4.2 Pengolahan Data.....	18
BAB V PEMBAHASAN.....	24
5.1 Validasi Hasil Optimasi.....	24
5.2 Analisis Kenormalan Solusi Model Optimasi	27
5.3 Analisis Penghematan Biaya Inventori.....	34
5.1.1 langkah Menggunakan Solver	34
5.1.2 Langkah Algoritma Optimasi.....	34
BAB VI PENUTUP	36
6.1 Kesimpulan.....	36
6.2 Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	A-1

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Distribusi statistik permintaan setiap produk	31
Tabel 4. 2 Data-data biaya dan keuntungan setiap produk.....	31
Tabel 4. 3 Nilai setiap variabel keputusan.....	36
Tabel 5. 1 Nilai setiap variabel keputusan dan total biaya dengan kebijakan saat ini.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Alur Penelitian.....	17
Gambar 5. 1 Grafik inventori produk 1.....	24
Gambar 5. 2 Grafik inventori produk 2.....	25
Gambar 5. 3 Grafik Inventori produk 3	25
Gambar 5. 4 Grafik inventori produk 4.....	26
Gambar 5. 5Grafik inventori produk 5.....	26
Gambar 5. 6 Grafik perbandingan inventori dengan permintaan produk 1	27
Gambar 5. 7 Grafik perbandingan inventori dengan permintaan produk 2	29
Gambar 5. 8 Grafik perbandingan inventori dengan permintaan produk 3	30
Gambar 5. 9 Grafik perbandingan inventori dengan permintaan produk 4	31
Gambar 5. 10 Grafik perbandingan inventori dengan permintaan produk 5	33

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

UMKM atau Usaha Mikro Kecil dan Menengah menurut Undang - Undang Nomor 20 Tahun 2008 bertujuan menumbuhkan dan mengembangkan usahanya dalam rangka membangun perekonomian nasional berdasarkan demokrasi ekonomi yang berkeadilan. Pada tahun 2023 pelaku usaha UMKM mencapai sekitar 66 juta. Kontribusi UMKM mencapai 61% dari Pendapatan Domestik Bruto (PDB) Indonesia, setara Rp9.580 triliun. UMKM menyerap sekitar 117 juta pekerja (97%) dari total tenaga kerja.

Dalam beberapa tahun terakhir, khususnya sejak tahun 2019 hingga pertengahan tahun 2023 terjadi lonjakan pertumbuhan UMKM yang pesat di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Data yang didapatkan dari Bappeda DIY tahun 2023 jumlah UMKM mencapai 464.033 dan tersebar di seluruh provinsi. DIY merupakan salah satu kota dengan UMKM terbanyak di Indonesia, dan UMKM yang mempunyai komoditas produk batik merupakan salah satu UMKM di DIY yang perkembangannya cukup pesat. Menurut data dari Kementerian Perindustrian DIY, banyaknya UMKM batik di Provinsi DIY adalah sebanyak 128 UMKM.

Menurut Cahya & Maula (2021) pada saat ini persaingan dalam bisnis industri semakin ketat, penjualan merupakan hal penting yang digunakan sebagai upaya untuk meningkatkan kinerja strategisnya. Pelaku usaha batik akan terus menghasilkan berbagai macam produk kreatif untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Dengan kondisi saat ini menurut Suharto & Devie (2013) setiap perusahaan diharuskan memiliki strategi daya saing untuk tetap mempertahankan posisi yang lebih baik dari kompetitor mereka dalam dunia pasar. Sejalan dengan meningkatnya perkembangan dan juga persaingan antar perusahaan pada saat ini, distribusi, yang bertujuan untuk memenuhi permintaan konsumen, menjadi hal yang penting dalam menjaga berjalannya sebuah bisnis. Tantangan utama dalam distribusi salah satunya yaitu permintaan konsumen yang tidak pasti. Permintaan yang tidak pasti ini dapat mengakibatkan perusahaan mengalami kelebihan persediaan (*overstock*) dan juga mungkin mengalami kekurangan persediaan (*stockout*) (Agus Setiawan, 2012).

Manajemen rantai pasok atau *supply chain management* adalah aplikasi terpadu yang mengoptimalkan sistem informasi kepada manajemen pengadaan dan juga menjaga ketersediaan barang dan jasa yang dibutuhkan perusahaan (Madeppungeng et al., 2019). Daya saing sendiri dapat diartikan sebagai kualifikasi setiap perusahaan untuk mencapai posisi yang dapat dipertahankan atas pesaingnya (Abarca, 2021). Sehingga, konsep dalam manajemen rantai pasok dapat diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan distribusi yang telah dijelaskan pada paragraf sebelumnya. Tujuan dari manajemen rantai pasok adalah agar perusahaan dapat bergerak secara efisien, memperkecil penumpukan produk sehingga menurunkan beban biaya penyimpanan gudang, menghasilkan produk berkualitas dengan biaya produksi yang rendah sehingga dapat mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh serta memenangkan persaingan pasar (Guritno & Harsasi, 2014). Salah satu teknik dalam manajemen rantai pasok yang sesuai dengan permasalahan distribusi adalah pengendalian persediaan (*inventory control*).

Pengendalian persediaan adalah rangkaian pengendalian untuk menentukan tingkat persediaan yang harus dijaga, kapan pembelian persediaan harus dilakukan dan berapa besar yang harus dipesan. Ada dua pengendalian persediaan yang biasa diterapkan dalam sistem rantai pasok, yaitu model deterministik dan probabilistik. Model deterministik merupakan model yang parameter persediaannya diketahui secara pasti. Model deterministik yang banyak digunakan adalah model EOQ (*Economic Order Quantity*) yang merupakan model persediaan sederhana. Model ini tidak dapat digunakan apabila permintaan atau waktu tunggu pemesanan (*ordering leadtime*) yang dihadapi mengalami ketidakpastian. Model yang kedua adalah model probabilistik merupakan model yang sesuai digunakan jika permintaan ataupun waktu tunggu pemesanan mengalami ketidakpastian. Metode probabilistik dikelompokkan menjadi dua yaitu sistem-Q atau *continuous review system* dan sistem-P atau *periodic review system*.

Pada penelitian ini, obyek penelitian adalah sebuah retail batik yang menjual 5 jenis produk batik. Situasi yang dihadapi oleh perusahaan adalah permintaan produk batik yang tidak menentu untuk semua jenis batik dan juga waktu tunggu pemesanan yang tidak pasti. Ketidakpastian permintaan menyebabkan perusahaan retail batik yang diteliti menerapkan sistem *continuous review*, yang selalu mengadakan pengawasan terhadap stok produk yang dimiliki. Apabila stok produk sudah mulai menipis, maka perusahaan retail tersebut akan melakukan pemesanan kepada pemasok.

Keadaan lain yang harus diperhatikan adalah masing-masing jenis produk batik disimpan

dalam rak-rak yang mempunyai kapasitas terbatas. Sehingga, jumlah pemesanan yang seharusnya dilakukan juga memperhatikan kapasitas rak penyimpanan setiap jenis produk batik yang diteliti. Oleh karena itu, model pengendalian persediaan yang akan diterapkan adalah sistem-Q, dengan variabel keputusan adalah titik pemesanan ulang (r) dan jumlah pemesanan (Q), yang harus dimodifikasi. Modifikasi dilakukan dengan menggunakan konsep dalam sistem-P, yang mempunyai variabel keputusan maksimum persediaan yang harus dipenuhi (R). Variabel ini dapat disesuaikan dengan kapasitas rak penyimpanan setiap produk batik yang diteliti.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan diselesaikan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana model pengendalian persediaan bagi produk batik yang diteliti yang menggabungkan sistem-Q dan sistem-P?
2. Berapakah penghematan total biaya *inventory* yang terjadi apabila usulan hasil optimasi diterapkan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari diadakannya dari penelitian ini adalah:

1. Membangun model optimasi yang merupakan gabungan dari sistem-Q dan sistem-P.
2. Mengetahui penghematan total biaya persediaan dari hasil optimasi.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari dilaksanakannya penelitian ini adalah:

a. Bagi Perusahaan

Sebagai masukan kepada perusahaan yang diteliti dalam meningkatkan membuat Keputusan yang tepat mengenai Tingkat persediaan, jumlah pemesanan dan titik pemesanan ulang berdasarkan kemungkinan terjadinya berbagai permintaan. Dan juga dapat membantu bisnis mencapai keseimbangan antara biaya persediaan dan tingkat layanan, efisien dan kepuasan pelanggan.

b. Bagi Universitas

Sebagai bahan untuk menambah referensi bagi penelitian yang berkaitan dengan penggunaan model probabilistik multi produk dengan pendekatan sistem-Q yang dimodifikasi.

1.5 Batasan Penelitian

Berikut merupakan batasan – batasan dalam peneliti ini :

1. Nama perusahaan tidak dapat disebutkan dalam penelitian ini.
2. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dari penelitian sebelumnya.
3. Produk yang diteliti hanya 5 produk utama yang dijual oleh perusahaan retail batik yang diteliti.
4. Biaya-biaya yang terlibat tidak berubah selama periode penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Pada bagian ini peneliti akan memaparkan mengenai kajian literatur yang didapatkan dari penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian yang dilakukan. Meliputi beberapa penelitian terdahulu terkait dengan Pengendalian *Inventory*, model stokastik dan pendekatan dengan model probabilistik (system Q dan system P).

Penelitian yang dilakukan oleh Ifada & Donoriyanto (2023) dengan judul “Analisa Pengendalian Persediaan Material Aluminium Ingot Menggunakan Metode Continuous Review System (Q) dan Periodic Review System (P) di PT XYZ” dimana penelitian tersebut bertujuan untuk menentukan model mana yang cocok untuk mengendalikan persediaan agar dapat menentukan jumlah dan waktu pesanan, dan tingkat persediaan pengamanan dengan meminimalkan total biaya. Hasil dari penelitian ini adalah model persediaan model Q (*Continous Review System*) memakan biaya persediaan yang lebih sedikit dibandingkan dengan model P.

Penelitian yang dilakukan oleh Mahsan & Hidayat (2022) yang berjudul “Sistem Pengendalian Bahan Baku dengan Metode Q dan P di CV. X” di mana penelitian ini bertujuan untuk mengelompokkan bahan baku sesuai klasifikasinya (ABC), menentukan kebutuhan bahan baku, mencari metode pengendalian bahan baku yang sesuai dengan kondisi perusahaan, dan menghitung total biayanya. Hasil dari penelitian ini adalah manajemen persediaan yang sesuai dengan karakteristik bahan baku dan perusahaan CV. X yaitu untuk bahan baku A adalah metode Q dan untuk bahan baku B adalah metode P multi produk.

Penelitian yang dilakukan oleh Nuffus & Waluyowati (2021) yang berjudul “Perencanaan Persediaan Bahan Baku Kain Dengan Sistem Q (Continuous Review System) Dan Sistem P (Periodic Review System)” di mana penelitian ini bertujuan untuk menentukan jumlah yang tepat dalam pemesanan bahan baku dengan perhitungan model Q dan model P. Hasil dari penelitian ini adalah total biaya persediaan yang dihasilkan oleh model Q lebih kecil dibandingkan dengan model P.

Penelitian yang dilakukan oleh Romadhoni (2021) yang berjudul “Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metode Sistem Q Dan Metode Sistem P

Di Industri Rumah Tangga Tempe Leo” di mana penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode pengendalian yang telah diterapkan sebelumnya dan menyusun rencana pengendalian persediaan bahan baku yang efektif. Hasil penelitian ini adalah metode P menghasilkan total biaya persediaan yang lebih kecil dan optimal dibandingkan dengan metode Q.

Penelitian yang dilakukan oleh Pratiwi et al. (2020) yang berjudul “Evaluasi Persediaan Bahan Baku Dengan Menggunakan Pendekatan *Metode Continuous Review System* Dan *Periodic Review System*” di mana penelitian ini bertujuan untuk membandingkan model persediaan probabilistik yang lebih optimal. Hasil dari penelitian ini adalah model P (*Periodic Review System*) menunjukkan hasil total biaya yang lebih optimal.

Penelitian yang dilakukan oleh Setiawan et al. (2023) yang berjudul “Analisis Pengendalian Persediaan Produk Menggunakan Metode *Continuous Review System* (Metode Q) dan *Periodic Review System* (Metode P) untuk Meminimalkan Biaya Persediaan” di mana penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode terbaik dan biaya persediaan yang paling kecil dalam membuat rencana persediaan produk. Hasil dari penelitian ini adalah metode Q yang telah diterapkan oleh perusahaan memberikan keuntungan yang paling optimal.

Penelitian yang dilakukan oleh Tannady & Pratama (2019) yang berjudul “Analisis Perencanaan Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metode *Economic Order Quantity* Dengan Pertimbangan *Stockout Cost* (Studi Kasus Pt. Multi Logam Presisi)” di mana penelitian ini bertujuan untuk memperkecil total biaya yang berhubungan dengan ketersediaan bahan mentah yang menentukan metode pengendalian persediaan yang tepat untuk perusahaan. Hasil dari penelitian ini adalah perhitungan total *cost* perencanaan persediaan lebih rendah dengan menggunakan metode EOQ dibandingkan dengan metode perusahaan.

Penelitian yang dilakukan oleh Priska et al. (2022) yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Informasi *Inventory* Obat Pada Puskesmas Tanjung Beringin Menggunakan Metode *Economic Order Quantity* (EOQ) Berbasis Web” di mana penelitian ini bertujuan untuk membantu mengelola data persediaan stok obat di Puskesmas. Hasil dari penelitian ini adalah untuk memperkecil biaya pesan dan biaya gudang serta mengoptimalkan persediaan obatnya.

Penelitian yang dilakukan oleh Haobenu et al. (2021) yang berjudul “Perencanaan Persediaan Bahan Baku pada UMK Tiga Bersaudara Kota Kupang dengan Metode *Economic Order Quantity* (EOQ) (Raw Material Planning at UMK Tiga Bersaudara in Kupang with *Economic Order Quantity* (EOQ) Method)” di mana penelitian ini bertujuan untuk merencanakan persediaan bahan baku menggunakan metode EOQ pada produk jagung goreng.

Hasil dari penelitian ini adalah metode EOQ dapat memperkecil total biaya persediaan dan meminimalkan sisa persediaan.

Penelitian yang dilakukan oleh Akbar et al. (2023) yang berjudul “Penerapan Metode *Economic Order Quantity* (EOQ) Probabilistik dalam Pengendalian Persediaan Beras Perum Bulog Kantor Cabang Solok” di mana penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengendalian persediaan dan meminimalkan biaya dengan metode EOQ probabilistik. Hasil dari penelitian ini adalah metode EOQ probabilistik dapat meminimalkan jumlah total biaya dan mengefektifkan pengendalian persediaan.

Penelitian yang dilakukan oleh Usman et al. (2023) yang berjudul “A Systematic Literature Review: Analysis of Cost Control Methods on *Inventory* (Case Study in Indonesia)” di mana penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode yang digunakan pada perusahaan untuk meminimalkan persediaan. Hasil dari penelitian ini adalah metode EOQ merupakan metode yang paling banyak digunakan dalam perusahaan.

Penelitian yang dilakukan oleh Parkhan et al. (2023) yang berjudul “Raw Material *Inventory* Control on Probabilistic Demand and Lead Time Using Continuous Review System” di mana penelitian ini bertujuan untuk mengelola persediaan bahan baku agar tidak terjadi kelebihan atau kekurangan stok. Hasil dari penelitian ini adalah penggunaan metode Q dapat mengoptimalkan persediaan di perusahaan.

Penelitian yang dilakukan oleh Velayati et al. (2024) yang berjudul “Spare parts for fisheries surveillance vessels *inventory* management in Ministry of Marine Affairs and Fisheries” di mana penelitian ini bertujuan untuk menentukan model yang efisien untuk pengelolaan suku cadang kapal pengawas perikanan. Hasil dari penelitian ini adalah metode EOQ meningkatkan efisiensi.

Penelitian yang dilakukan oleh Kholil (2022) yang berjudul “*Inventory* Control of Vegetable Oil *Products* Using Continuous Review System (Q) Approach and Periodic Review System (P) Methods in Retail Companies: A Case Study of Indonesia” di mana penelitian ini bertujuan untuk membandingkan metode Q dan metode P dalam meminimalkan biaya pembelian produk. Hasil dari penelitian ini adalah metode Q paling sesuai untuk digunakan dalam penelitian ini.

Penelitian yang dilakukan oleh Kurniawan et al. (2022) yang berjudul “*Inventory* Control Analysis with Continous Review System and Periodic Review System Methods at PT. XYZ” di mana penelitian ini bertujuan untuk mencari metode yang terbaik dari beberapa metode yang

bisa digunakan pada PT. XYZ. Hasil dari penelitian ini adalah metode P merupakan metode terbaik yang dapat digunakan pada PT. XYZ.

Dari hasil kajian literatur di atas, dapat disimpulkan bahwa belum ada peneliti sebelumnya yang mencoba menggabungkan antara sistem-Q dengan sistem-P untuk retail batik dengan multi produk. Sehingga, dapat dikatakan bahwa penelitian yang dilakukan belum pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya

2.2 Landasan Teori

2.1.1 Persediaan

Persediaan merupakan sumber daya yang masih melalui proses lebih lanjut misalnya proses produksi seperti yang dilakukan pada sistem manufaktur, pemasaran seperti pada sistem distribusi, atau kegiatan konsumsi pada sistem rumah tangga. Manajemen persediaan merupakan kemampuan perusahaan dalam menjalankan produksi secara baik dan stabil untuk kebutuhan mentah, barang dalam proses atau setengah jadi dan barang jadi yang siap dipasarkan (Maulana & Setyorini, 2013). Pengendalian persediaan merupakan pencatatan persediaan yang dilakukan oleh perusahaan dan harus dilakukan serta diperiksa melalui audit yang sedang berjalan di mana audit ini diketahui dengan penghitungan periodik atau penghitungan siklus.

Pengendalian persediaan adalah hal yang penting bagi perusahaan karena perusahaan akan kesulitan dalam memenuhi kebutuhan konsumennya dalam bentuk jasa maupun barang yang dihasilkan perusahaan. Perusahaan harus pandai dalam menentukan jumlah persediaan barang yang akan di pakai untuk proses produksi, karena jika manajemen tidak tepat perusahaan akan mengalami kerugian akibat biaya-biaya yang seharusnya tidak dikeluarkan oleh perusahaan misalnya biaya operasional pabrik, biaya gedung, biaya kehilangan serta biaya kerusakan barang akibat terlalu lama disimpan (Sulaiman & Nanda, 2015). Sistem pengendalian persediaan adalah salah satu upaya yang dilakukan oleh perusahaan dalam proses yang sesuai dengan apa yang direncanakan baik dari segi waktu, kuantitas, maupun biaya (Lukita, 2016).

Bila persediaan bahan baku kurang maka produksi akan terhambat dan target produksi tidak sesuai dengan permintaan konsumen sehingga permintaan tidak akan tercapai dan sebaliknya jika persediaan bahan baku terlalu banyak maka biaya penyimpanan akan meningkat (Sundah N. et al., 2019). Perusahaan sendiri kerap menyimpan persediaan dalam jumlah yang besar dengan tujuan untuk mendapatkan diskon atau untuk menghindari kenaikan harga di kemudian hari tanpa memikirkan masalah yang akan terjadi di kemudian hari, perusahaan harus

membuat kebijakan dalam persediaan agar permasalahan dapat diantisipasi (Palupi et al., 2018). Perusahaan harus menjaga jumlah persediaan agar dapat menjamin kelancaran proses produksi perusahaan (Purnama & Pulansari, 2020).

2.1.2 Metode Probabilistik

Metode probabilistik merupakan model statistik yang dapat digunakan ketika permintaan produk atau variabel lainnya tidak diketahui (Heizer dan Render, 2015). Sistem Q (*continuous review system*) dan sistem P (*periodic review system*) termasuk metode persediaan probabilistik. Sistem Q (*continuous review system*) adalah sistem yang dapat melacak sisa persediaan dalam SKU (*Stock Keeping Unit*) yang telah digunakan untuk menentukan waktu memesan ulang dengan mengetahui titik pemesanan ulang (R), kuantitas tetap Q dari SKU akan dipesan (Krajewski, et al. 2015)

Sistem-P adalah suatu sistem pengendalian persediaan yang jarak waktu antar dua pesanan adalah tetap. Pemesanan dengan sistem P sangat bergantung pada sisa persediaan pada saat periode pemesanan tercapai, sehingga setiap kali pemesanan dilakukan, ukuran lot pesanan tidak sama (Sofyan, 2013).

2.1.1 Sistem Q (*Continuous Review System*)

Sistem Q adalah sistem yang melakukan tinjauan persediaan secara terus menerus. Pemesanan kuantitas tetap Q dilakukan ketika posisi persediaan mencapai titik pemesanan ulang (R). Jumlah pesanan Q dalam *continuous review system* (Q) bersifat tetap, tetapi waktu antar pesanan dapat bervariasi. Pengendalian Persediaan dengan Sistem Q (*Continuous Review System*) Menurut Krajewski, et al. (2015) berikut merupakan tahapan perhitungan yang digunakan dalam sistem Q (*continuous review system*).

Pendekatan sistem Q adalah metode pengoptimalan berbasis *reinforcement learning* (RL), yang berfokus pada interaksi agen dengan lingkungan untuk mempelajari kebijakan optimal melalui nilai fungsi Q. Pendekatan yang dimodifikasi dapat menyesuaikan algoritma ini untuk mengatasi kendala spesifik.

Identifikasi Masalah yang Ditangani:

- Keputusan berurutan: Masalah di mana setiap keputusan memengaruhi hasil masa depan.
- Lingkungan yang kompleks: Sistem dengan banyak variabel atau aturan yang saling terkait.
- Kebutuhan pengoptimalan langsung: Situasi yang membutuhkan efisiensi tinggi dalam

menemukan solusi optimal.

1. Perhitungan *Quantity Order* (Q)

Perhitungan Q dalam sistem *continuous review system* (Q) dapat menggunakan persamaan EOQ, karena permintaan yang bersifat tetap.

Berikut persamaan yang digunakan.

$$EOQ = \sqrt{2DSH} \quad (2.1)$$

Sumber : Krajewski, et al. (2015)

2. Pilih kebijakan tingkat layanan yang sesuai

3. Tentukan distribusi permintaan selama lead time

$$\sigma dLT = \sigma d\sqrt{L} \quad (2.2)$$

Dimana :

L = lead time

$\bar{d}$ = rata-rata permintaan per hari

σd = standar deviasi

Sumber : Krajewski, et al. (2015)

4. Tentukan *safety stock* dan tingkat pemesanan ulang

a. Perhitungan *safety stock* menggunakan persamaan berikut :

$$safety\ stock = z\sigma dLT \quad (2.3)$$

Sumber : Krajewski, et al. (2015)

b. Perhitungan titik pemesanan ulang menggunakan persamaan berikut :

$$R = \bar{d}L + safety\ stock \quad (2.4)$$

Sumber : Krajewski, et al. (2015)

c. Perhitungan Total Biaya Sistem Q

Biaya total untuk *continuous review system* (Q) menggunakan persamaan berikut ini.

$$C = Q^2(H) + DQ(S) + (H)(Safety\ Stock) \quad (2.5)$$

Sumber : Krajewski, et al. (2015)

2.1.3 EOQ (Economic Order Quantity)

Periodic review system (P) adalah sistem pengendalian persediaan di mana posisi persediaan ditinjau secara berkala daripada terus menerus. Pesanan baru dilakukan di akhir setiap tinjauan dan waktu antar pesanan (TBO) ditetapkan di P. Permintaan adalah variabel acak, sehingga total permintaan di antara tinjauan bervariasi. Ukuran lot pemesanan (Q) dalam sistem P dapat berubah dari satu pesanan ke pesanan berikutnya, tetapi waktu antar pesanan tetap.

Pengendalian Persediaan dengan Sistem P (*Periodic Review System*)

Menurut Krajewski, et al.(2015) berikut merupakan tahapan perhitungan yang digunakan dalam sistem P (*periodic review system*).

1. Perhitungan Waktu Antara Tinjauan (P)

P dapat ditentukan sama dengan waktu rata-rata antara pesanan untuk kuantitas pesanan ekonomis (*TBOEOQ*). Perhitungan P dapat menggunakan persamaan berikut ini.

$$P = EOQ D \text{ (181 hari)} \quad (2.6)$$

Sumber : Krajewski, et al. (2015)

2. Perhitungan Target Tingkat Persediaan Ketika Permintaan Bervariasi dan *Lead Time* Konstan.

Berikut merupakan langkah-langkah dari perhitungan target tingkat persediaan (T).

a. Perhitungan deviasi standar distribusi permintaan selama interval perlindungan

$$\sigma_{P+L} = \sigma_d \sqrt{P + L} \quad (2.7)$$

Sumber : Krajewski, et al. (2015)

b. Perhitungan *safety stock*

$$\text{safety stock} = z \sigma_{P+L} \quad (2.8)$$

Sumber : Krajewski, et al. (2015)

c. Perhitungan Target Tingkat Permintaan

$$(T) T = \bar{d}(P + L) + \text{safety stock untuk interval perlindungan} \quad (2.9)$$

Sumber : Krajewski, et al. (2015)

3. Perhitungan Total Biaya Sistem P

Persamaan untuk total biaya sistem P adalah sebagai berikut :

$$C = \bar{d}P \text{ 2 } (H) + D \bar{d}P (S) + (H)(\text{Safety Stock}) \quad (2.10)$$

Sumber : Krajewski, et al. (2015)

Kuantitas pesanan yang ekonomis atau dikenal dengan EOQ, merupakan metode matematis dalam menghitung persediaan dengan menghitung jumlah pesanan pada setiap periode guna meminimalkan total biaya persediaan (Dania et al., 2019). Dalam EOQ terdapat dua model yang menjadi dasar pengolahan data yaitu permintaan konstan dan permintaan tidak pasti. Ketidakpastian pada beberapa permintaan perusahaan memerlukan perlunya menghitung model persediaan yang dapat menerima ketidakpastian permintaan. Adanya EOQ probabilistik merupakan salah satu cara untuk menentukan pesanan yang optimal untuk meminimalkan total

biaya persediaan (Dania et al., 2019)

Metode EOQ Probabilistik merupakan pengembangan dari Metode EOQ klasik, yang bertujuan untuk menyelesaikan masalah persediaan dengan permintaan yang tidak pasti (Probabilistik). Permintaan yang tidak pasti dapat ditentukan dengan menggunakan distribusi probabilitas. Permintaan yang tidak pasti, terutama selama masa tenggang, akan meningkatkan kemungkinan kehabisan stok, juga dapat menyebabkan biaya kehabisan stok. Biaya kekurangan persediaan akan mengakibatkan tambahan biaya terhadap total biaya persediaan, sehingga untuk menghindari kekurangan persediaan diperlukan persediaan pengaman untuk memenuhi permintaan selama masa tenggang tersebut, maka digunakan metode persediaan probabilistik.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Dalam penelitian kali ini adalah persediaan produk yang ideal pada pemasok dan pembeli supaya tidak ada *over stok* dan *under stok*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan sistem rantai pasok produk batik dengan mempertimbangkan dengan Literatur mengenai pengendalian *inventory*, model stokastik dan pendekatan dengan model probabilistik (*system Q* dan *system p*).

3.2 Jenis Data Penelitian

Jenis data penelitian yang digunakan adalah berupa data sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh melalui sumber data yang telah ada sebelumnya, dapat diperoleh dari instansi terkait, peneliti terdahulu jurnal buku, atau sumber lain yang berkaitan.

3.3 Alur Penelitian

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

Penjelasan dari diagram alir penelitian ini:

1. Pengumpulan data Sekunder

Data sekunder mengacu pada histori yang digunakan untuk memperkirakan parameter probabilistik dalam pengelolaan inventori. Parameter ini sering digunakan untuk menghitung kebutuhan persediaan, seperti permintaan, *lead time*.

Karakteristik Data Sekunder:

- Berdasarkan histori: Data berasal dari catatan atau laporan masa lalu, seperti permintaan bulanan atau waktu tunggu pengiriman.
- Mengandung Ketidakpastian: Digunakan untuk menghitung variabilitas, seperti distribusi probabilitas permintaan atau *lead time*.
- Mendukung Pengambilan keputusan: Data ini penting untuk menentukan nilai optimal dari titik pemesanan ulang, tingkat stok pengaman, atau jumlah pemesanan

2. Menentukan Notasi Model

Proses mendefinisikan elemen-elemen dalam sebuah model matematika atau stokastik dengan menggunakan simbol-simbol standar. Tujuannya adalah untuk memberikan

representasi yang jelas dan konsisten mengenai hubungan antara variabel yang sedang dianalisis

Tujuan Menentukan Notasi Model :

- Menyederhanakan Representasi: Simbol menggantikan deskripsi panjang sehingga model lebih ringkas.
- Menghindari Ambiguitas: Setiap model memiliki arti spesifik yang membantu dalam pemahaman.
- Memudahkan Komunikasi: Model dengan notasi yang jelas lebih mudah dipahami oleh pembaca atau pihak lain.

3. Memodelkan dalam Lembar – Lembar Kerja Excel

Proses menyusun data, formula, dan struktur dalam lembar kerja Excel untuk merepresentasikan, menganalisis, atau memecahkan suatu masalah tertentu. Proses ini bertujuan untuk mengubah data mentah menjadi informasi yang terorganisir dan mudah dipahami, serta memungkinkan pengambilan keputusan berdasarkan hasil analisis.

Struktur Lembar Kerja:

- Parameter *Input*: Semua data yang diperlukan
- Perhitungan: Rumus dan hubungan antar variabel
- *Output*: Hasil analisis (seperti total biaya, *reorder point*)

4. Menyelesaikan Model dengan Algoritma Optimasi yang ada di *Solver*

Proses menggunakan alat *solver* untuk menentukan solusi optimal (maksimum atau minimum) dari sebuah masalah matematis yang direpresentasikan dalam lembar kerja *Excel*. *Solver* memanfaatkan berbagai algoritma optimasi untuk mencari nilai terbaik bagi variabel keputusan sambil memenuhi kendala (*constraints*) tertentu.

1. Konsep Dasar *Solver*

Solver di *Excel* adalah *add-in* yang digunakan untuk mencari nilai optimal dari suatu masalah matematis, baik untuk memaksimalkan maupun meminimalkan fungsi objektif. Biasanya digunakan dalam masalah optimasi di mana kita ingin mengubah beberapa variabel keputusan untuk memaksimalkan atau meminimalkan suatu fungsi, dengan mempertimbangkan batasan tertentu.

2. Algoritma Optimasi di *Solver*

Solver menggunakan beberapa algoritma untuk menyelesaikan masalah optimasi, dan pemilihan algoritma ini bergabung pada karakteristik model yang di gunakan.

- *Evolutionary Algoritma*

- Kapan digunakan: Untuk masalah yang sangat kompleks atau ketika fungsi objektif dan batasan sangat tidak terstruktur atau tidak terdefinisi dengan jelas.
- Deskripsi: Algoritma evolusi adalah pendekatan berbasis **Genetik Algoritma** (GA), yang menggunakan proses seleksi, persilangan, dan mutasi untuk menemukan solusi optimal dalam masalah *non-linier* yang sangat kompleks. Algoritma ini digunakan dalam masalah dengan banyak variabel dan batasan yang tidak linier atau bahkan masalah dengan variabel diskrit.
- Contoh penggunaan: Masalah optimasi dengan banyak solusi yang mungkin dan banyak parameter yang saling bergantung.

5. Analisis dan Pembahasan Hasil Pengolahan Data.

Bagian penting dalam penelitian atau studi yang menjelaskan temuan-temuan yang diperoleh dari data yang telah diolah. Proses ini bertujuan untuk menginterpretasikan, menjelaskan, dan menarik kesimpulan dari data yang telah dianalisis, serta memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai masalah yang sedang diteliti.

Berikut adalah penjelasan mendalam tentang bagaimana melakukan analisis dan pembahasan hasil pengolahan data:

1. Pengolahan Data: Langkah Awal

Sebelum melakukan analisis dan pembahasan hasil, pastikan sudah menyelesaikan tahap pengolahan data dengan benar.

2. Analisis Hasil Pengolahan Data

Analisis hasil data adalah langkah untuk memahami makna dari hasil yang diperoleh setelah pengolahan data.

3. Pembahasan Hasil Pengolahan Data

Pembahasan hasil pengolahan data berfungsi untuk menginterpretasikan temuan-temuan yang diperoleh, menjelaskan apa yang dimaksud, serta menyimpulkan implikasi dari temuan tersebut.

6. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran adalah bagian penting dalam laporan penelitian atau analisis data yang memberikan gambaran ringkas tentang temuan utama dan rekomendasi untuk langkah selanjutnya. Bagian ini memudahkan pembaca untuk memahami hasil utama

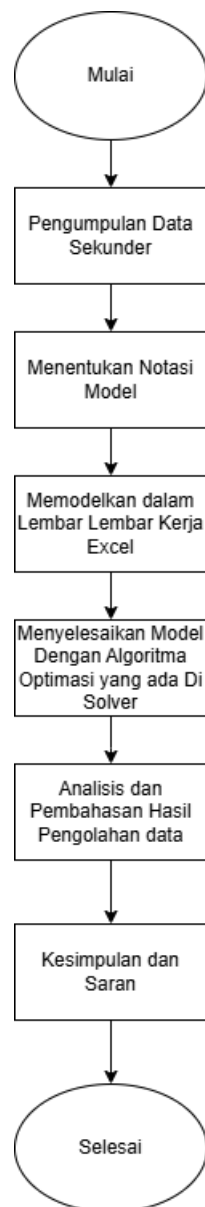
dari penelitian dan bagaimana hasil tersebut dapat diterapkan dalam praktik atau dikembangkan lebih lanjut.

1. Kesimpulan

Kesimpulan adalah ringkasan dari hasil utama yang ditemukan dalam penelitian atau analisis yang telah dilakukan. Pada bagian ini, perlu menyoroti poin-poin yang paling penting tanpa memasukkan informasi baru yang belum dibahas sebelumnya. Tujuan kesimpulan adalah untuk memberi penekanan pada temuan-temuan kunci dan menjawab tujuan atau pertanyaan penelitian yang telah diajukan di awal.

2. Saran

Saran adalah rekomendasi atau langkah-langkah yang bisa diambil berdasarkan hasil penelitian atau analisis yang telah dilakukan. Saran memberikan arahan untuk tindakan selanjutnya yang bisa membantu memperbaiki, memajukan, atau mengembangkan sesuatu yang telah dibahas dalam laporan. Saran juga bisa meliputi rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut atau perbaikan metodologi yang digunakan.



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang telah dikumpulkan oleh peneliti sebelumnya (Kusumawardhani, 2023). Penelitian tersebut memberikan informasi mengenai, distribusi statistik permintaan 5 produk batik. Selanjutnya, biaya pesan, biaya simpan, dan keuntungan per unit produk, seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4. 1 Distribusi Statistik permintaan setiap produk

Produk	Distribusi Statistik
1	Normal (300,35)
2	Normal (100,27)
3	Uniform (32,47)
4	Uniform (30,37)
5	Normal (87,7)

Selain data-data permintaan, data-data mengenai biaya juga telah dikumpulkan. Adapun data-data biaya yang dikumpulkan adalah biaya simpan per unit produk per hari, biaya pesan per kilogram berat pesanan dan keuntungan per unit produk yang hilang jika perusahaan kekurangan persediaan dan tidak dapat melakukan penjualan. Data-data biaya tersebut adalah seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4. 2 Data-data biaya dan keuntungan setiap produk

Produk	Biaya Pesan/Kg	Biaya Simpan/Unit	Keuntungan/Unit
1	13.000	2000	20.000
2	13.000	2000	25.000
3	13.000	2000	30.000
4	13.000	2000	35.000
5	13.000	2000	25.000

Informasi tambahan yang diperoleh adalah dalam 1 kg timbangan berat terdapat 4 unit produk. Ini akan mempengaruhi biaya pesan perusahaan tersebut ke pemasok. Selain itu, terdapat informasi bahwa perusahaan tersebut hanya mampu menyimpan total sebanyak 150 unit produk untuk 5 produk yang diteliti.

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan 2 tahap, yaitu melakukan pemodelan dari kasus yang dihadapi dan kemudian menyelesaikan model yang didapat dengan sebuah algoritma optimasi. Sebelum dilakukan pemodelan matematika, maka akan diberikan terlebih dahulu notasi yang digunakan, seperti yang akan dijelaskan pada sub-sub bab berikut.

4.1.1 Notasi, Parameter dan Variabel Keputusan

Notasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

a. Indeks

p : indeks produk, $p = 1, 2, 3, 4, 5$
 t : indeks periode, $t = 1, 2, 3, \dots, 60$

b. Parameter

D_{pt} : permintaan dari konsumen (unit)
 σ_p : standar deviasi permintaan konsumen
 A_p : biaya pemesanan produk- p ke pemasok (Rp/4 unit)
 h_p : biaya simpan per unit produk- p (Rp/unit/hari)
 r_p : titik pemesanan ulang produk- p (unit)
 L : panjang waktu pemesanan ke pemasok (*lead time*) (hari)
 π_p : keuntungan produk- p (Rp/unit)
 TC : total biaya persediaan (Rp)
 OR_{pt} : kuantitas pemesanan yang diterima untuk produk- p pada waktu- t
 KP : kapasitas penyimpanan maksimal untuk semua produk

c. Variabel keputusan

r_p : titik pemesanan ulang produk ke pemasok (unit)
 R : maksimum inventori untuk semua produk yang diteliti

4.1.2 Formulasi Model Matematika

Model optimasi dibangun menggunakan Microsoft Excel yang mempunyai cara tersendiri dalam memodelkan suatu persamaan matematis. Untuk mendapatkan model inventori yang bergerak sesuai dengan pergerakan waktu, maka pemodelan juga dilakukan mengikuti pergerakan waktu (*time series*). Sehingga, dalam penelitian ini juga digunakan variabel waktu (t) dalam model optimasinya. Untuk mendapatkan hasil yang stabil, maka dalam penelitian ini telah ditentukan bahwa simulasi adalah untuk 60 hari ($t = 60$).

4.1.3 Fungsi biaya total (*Total Cost Function*)

Fungsi ini digunakan untuk menghitung total biaya yang terkait dengan pengelolaan inventori

$$TC + OC + CC + SC$$

Keterangannya :

- TC = Total Biaya
- OC = Biaya Pemesanan
- CC = Biaya Penyimpanan
- SC = Biaya Kekurangan

4.1.4 Analisis Kenormalan Solusi Model Optimasi

- Uji Kenormalan

Untuk menguji kenormalan distribusi permintaan, dapat digunakan rumus statistik seperti:

$$Z = \frac{(X - \mu)}{\sigma}$$

Di mana:

1. Z = Nilai Z
2. X = Nilai Observasi
3. μ = Rata-rata populasi
4. σ = Standar deviasi populasi

4.1.5 Biaya Pemesanan (*Ordering Cost*)

Menghitung biaya yang dikeluarkan untuk pemesanan produk

$$OC = \frac{D}{Q} \cdot S$$

Keterangannya:

- OC = Biaya Pemesanan
- D = Permintaan Tahunan
- Q = Kuantitas Pemesanan
- S = Biaya Per Pemesanan

4.1.6 Biaya Penyimpanan (*Carrying Cost*)

Menghitung biaya yang dikeluarkan untuk menyimpan produk dalam inventori

$$CC = \frac{Q}{2} \cdot H$$

Keterangan :

- CC = Biaya Penyimpanan
- Q = Kuantitas Pemesanan
- H = Biaya Penyimpanan Per Unit Per Tahun

4.1.7 Kualitas Pemesanan Ekonomis (*Economic Order Quantity*)

Rumus untuk menentukan kuantitas pemesanan yang optimal.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

- EOQ = Total Biaya Persediaan Barang
- D = Permintaan Tahunan
- S = Biaya Per Pemesanan
- H = Biaya Penyimpanan Per Unit Per Tahun

4.1.8 *Pint of Reorder (ROP)*

Menentukan titik pemesanan ulang berdasarkan permintaan dan *lead time*.

$$ROP = D_{avg} \cdot L + Z \cdot \sigma_L$$

Keterangannya :

- D_{avg} = Rata-rata permintaan per periode
- L = *Lead Time*
- Z = Z-score untuk tingkat layanan yang diinginkan
- σ_L = Standar deviasi permintaan selama *lead time*

4.1.9 Fungsi tujuan

Fungsi tujuan dari model optimasi yang akan dikembangkan adalah untuk meminimalkan total biaya inventori untuk kelima produk batik yang diteliti. Total biaya inventori untuk setiap produk terdiri dari tiga komponen yaitu total biaya simpan, total biaya pesan dan total biaya akibat dari kehilangan kesempatan menjual. Sehingga, fungsi tujuan yang akan dicapai adalah seperti yang ditunjukkan oleh Persamaan 4.1.

$$TC = \sum_{p=1}^P \sum_{t=1}^T H_{pt} + O_{pt} + LS_{pt} \quad (4.1)$$

Komponen pertama dalam fungsi tujuan di atas adalah total biaya simpan untuk kelima produk. Total biaya simpan itu dihitung berdasarkan inventori akhir periode yang dikalikan dengan biaya penyimpanan per periode. Sehingga, total biaya simpan dapat dirumuskan seperti yang ditunjukkan oleh Persamaan 4.2 berikut.

$$\sum_{p=1}^P \sum_{t=1}^T H_{pt} = \sum_{p=1}^P \sum_{t=1}^T I_{pt} \times h_p; \forall p, p \in P \quad (4.2)$$

Komponen biaya kedua dalam fungsi tujuan di atas adalah total biaya pesan yang terjadi untuk setiap produk selama periode simulasi. Total biaya pesan merupakan perkalian antara status pemesanan setiap periode simulasi dikalikan dengan jumlah pemesanan yang dibagi 4. Ini didasarkan atas biaya pengiriman yang dibebankan oleh kurir pengiriman per kilogram. Dalam kasus ini, 1 kilogram terdiri dari 4 baju batik, sehingga total biaya pesan adalah seperti yang ditunjukkan oleh Persamaan 4.3.

$$\sum_{p=1}^P \sum_{t=1}^T O_{pt} = \sum_{p=1}^P \sum_{t=1}^T S_{pt} \times A_p; \forall p, p \in P \quad (4.3)$$

Komponen biaya ketiga dalam fungsi tujuan di atas adalah total keuntungan yang hilang untuk setiap produk apabila jumlah inventori di bawah permintaan yang terjadi selama periode simulasi. Total keuntungan yang hilang dihitung dengan cara mengalikan kekurangan persediaan yang terjadi dengan keuntungan per unit produk, seperti yang ditunjukkan oleh Persamaan 4.4 berikut.

$$\sum_{p=1}^P \sum_{t=1}^T LS_{pt} = \sum_{p=1}^P \sum_{t=1}^T l_{pt} \times \pi_p; \forall p, p \in P \quad (4.3)$$

4.1.10 Batasan-Batasan

Untuk mendapatkan solusi yang optimum, maka diperlukan batasan-batasan untuk setiap variabel keputusan.

Batasan 1 : Sistem yang diteliti adalah sistem inventori dengan kasus *lost sales*, yang artinya apabila terjadi kekurangan persediaan, maka perusahaan tidak perlu memenuhinya di waktu yang akan datang. Pada kasus *lost sales*, secara teoritis nilai inventori tidak akan di bawah 0. Ini berbeda dengan kasus *back-order*, ketika terjadi kekurangan persediaan, maka perusahaan masih harus memenuhinya di masa yang akan datang. Dalam kasus *back-order*, secara teoritis nilai inventori bisa di bawah 0 untuk menggambarkan hutang perusahaan dalam memenuhi permintaan di masa lalu. Sehingga batasan yang digunakan adalah seperti yang ditunjukkan oleh Persamaan 4.4.

$$I_{pt} = \max(0, (I_{pt-1} + OR_{pt} - D_{pt})) \quad (4.4)$$

Batasan 2 : *Lost sales* sebagai akibat kekurangan persediaan dirumuskan seperti yang ditunjukkan oleh Persamaan 4.5

$$l_{pt} = \max(0, D_{pt} - (I_{pt-1} + OR_{pt})) \quad (4.4)$$

Batasan 3 : Total pemesanan semua produk tidak boleh melebihi dari kapasitas penyimpanan produk yang ada di perusahaan. Dalam kasus ini adalah 150 unit. Batasan ini seperti yang ditunjukkan oleh Persamaan 4.5. berikut.

$$\sum_{p=1}^5 R_{pt} \leq KP \quad (4.5)$$

Batasan 4 : Semua variabel keputusan harus bernilai integer atau bilangan bulat, karena menggambarkan unit produk. Persamaan 4.6 menunjukkan hal ini

$$Q_p, R_p \in \text{integer}; \forall p \quad (4.6)$$

4.1.11 Hasil Optimasi

Setelah dilakukan pemodelan, kemudian model dibangun menggunakan pemodelan lembar kerja Microsoft Excel dan diselesaikan menggunakan algoritma optimasi ‘*evolutionary*’ yang ada pada fungsi bawaan *Solver*. Hasil yang didapat adalah seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4. 3 Nilai setiap variabel keputusan

Produk	<i>r</i>	<i>R</i>	Total Biaya
Produk 1	22	50	4.693.000
Produk 2	7	17	1.316.000
Produk 3	3	6	673.000
Produk 4	2	6	426.000
Produk 5	12	14	1.141.000

Total biaya inventori kelima produk yang diteliti adalah Rp. 8.249.000,-.

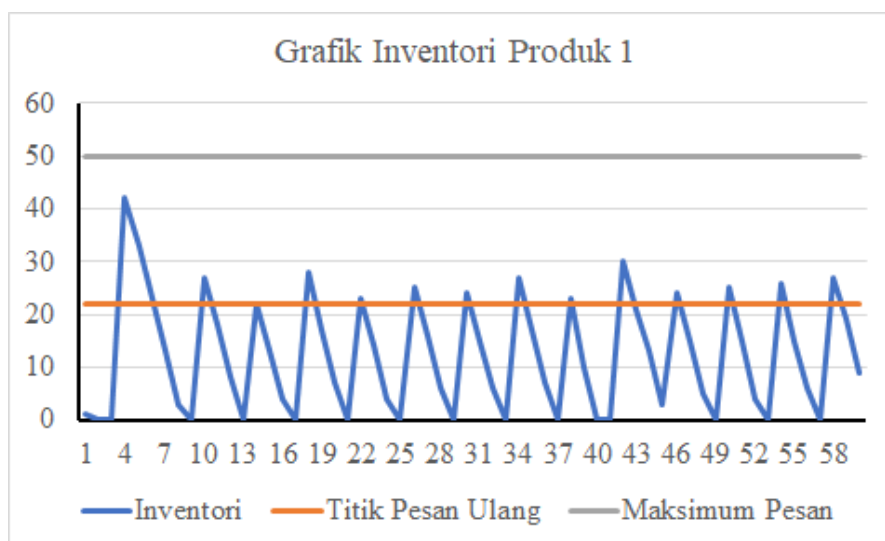
BAB V

PEMBAHASAN

Pembahasan dilakukan untuk melakukan validasi dari hasil optimasi dan penilaian kenormalan solusi yang dihasilkan. Ini perlu dilakukan agar total biaya yang dihasilkan tidak hanya secara teoritis menghasilkan total biaya paling minimum, melainkan juga solusi yang dihasilkan juga mungkin untuk diimplementasikan. Selain itu, pada Bab ini juga akan disajikan mengenai penghematan biaya inventori apabila perusahaan menerapkan solusi yang dihasilkan model optimasi yang diusulkan. Penghematan akan dilakukan dengan membandingkan total biaya inventori dari hasil model optimasi dengan total biaya teoritis dengan kebijakan inventori yang berlaku di perusahaan saat ini.

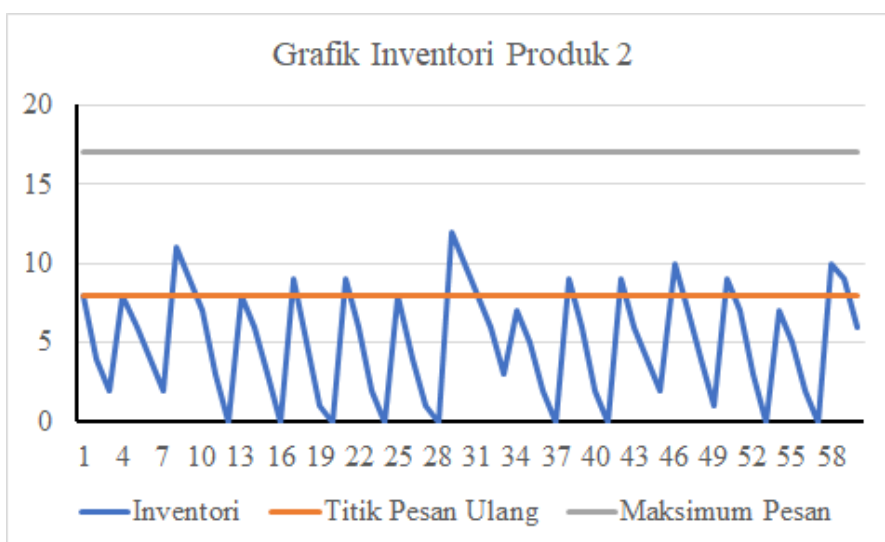
5.1 Validasi Hasil Optimasi

Validasi hasil optimasi dilakukan dengan cara menginspeksi grafik inventori setiap produk apakah sesuai dengan teori serta sistem menunjukkan perilaku tidak pernah menunjukkan inventori di bawah 0. Ini karena kasus yang diteliti adalah kasus inventori dengan *lost sales*. Grafik inventori untuk setiap produk adalah seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 5.1 sampai dengan Gambar 5.5 berikut ini.



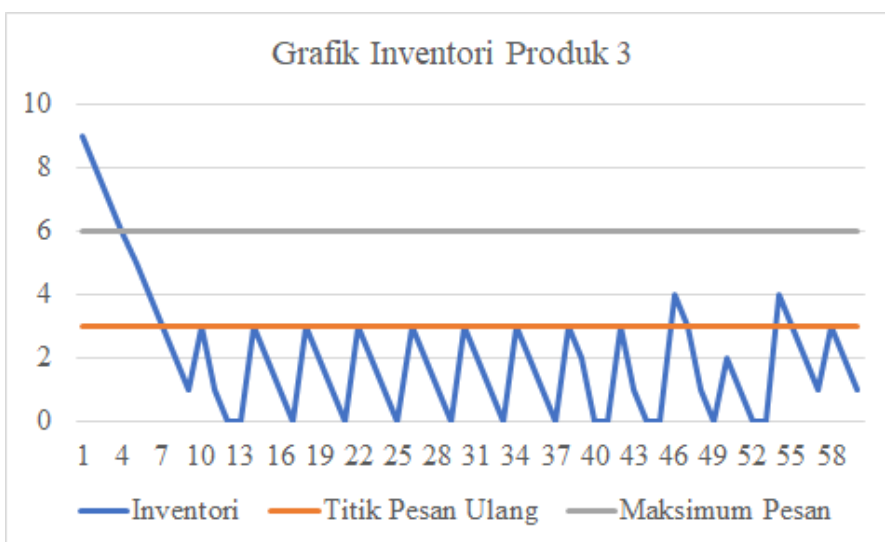
Gambar 5. 1 Grafik inventori produk 1

Analisis dari grafik di atas inventori naik setiap pemesanan dilakukan, menunjukkan stok baru masuk. Inventori turun secara bertahap sesuai dengan permintaan konsumen di karena kan setiap permintaan konsumen itu berbeda-beda. Inventori di awal cukup tinggi, yang disebabkan oleh keputusan awal perusahaan.(bukan berdasarkan model optimasi). Tidak ada inventori yang turun dibawa nol, sesuai dengan status *lost sales*.



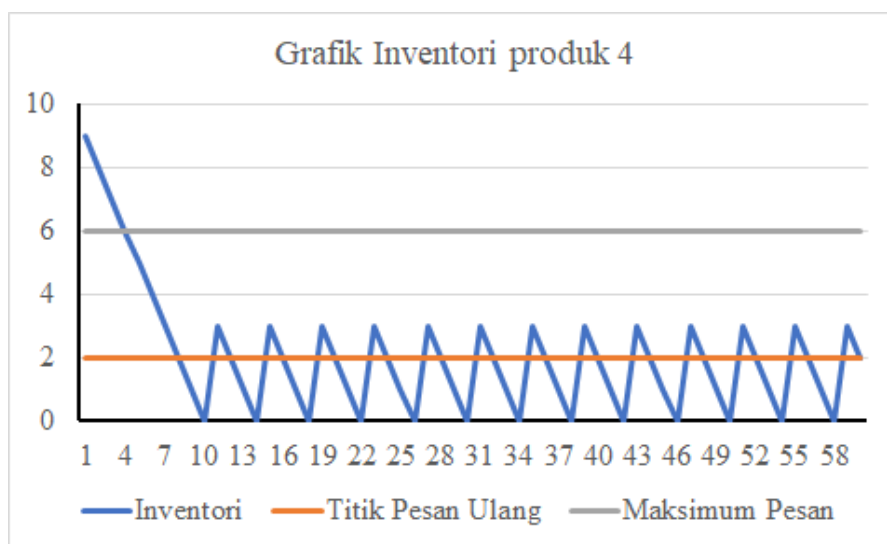
Gambar 5. 2 Grafik inventori produk 2

Analisis dari grafik di atas adalah grafik naik dikarenakan ketika ada pemesanan baru, dan grafik turun perlahan dikarenakan permintaan terpenuhi. Tidak ada penaikan besar, yang menunjukkan permintaan dan inventori cenderung seimbang. Inventori produk 2 lebih konsisten dibandingkan produk 1, dengan pola yang mendekati ideal.



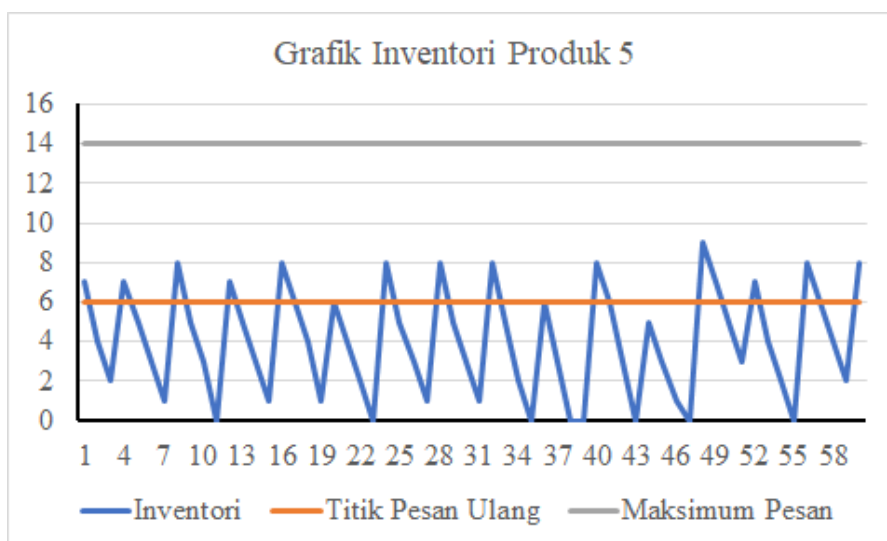
Gambar 5. 3 Grafik Inventori produk 3

Analisis dari grafik di atas sama seperti grafik 1, inventori awal tinggi akibat keputusan perusahaan, bukan model optimasi. Pola naik-turun mengikuti teori inventori, di mana inventori bertambah saat pemesanan diterima dan berkurang sesuai permintaan. Tidak ada inventori yang mencapai nol, sehingga sistem dapat menghindari “stockout”.



Gambar 5. 4 Grafik inventori produk 4

Analisis dari grafik di atas adalah inventori awal cukup tinggi, mirip dengan produk 1 dan 3. Pola turun secara perlahan mengikuti konsumsi permintaan. Stabilitas inventori mencerminkan kemampuan model untuk menyesuaikan permintaan tanpa kelebihan stok yang signifikan.



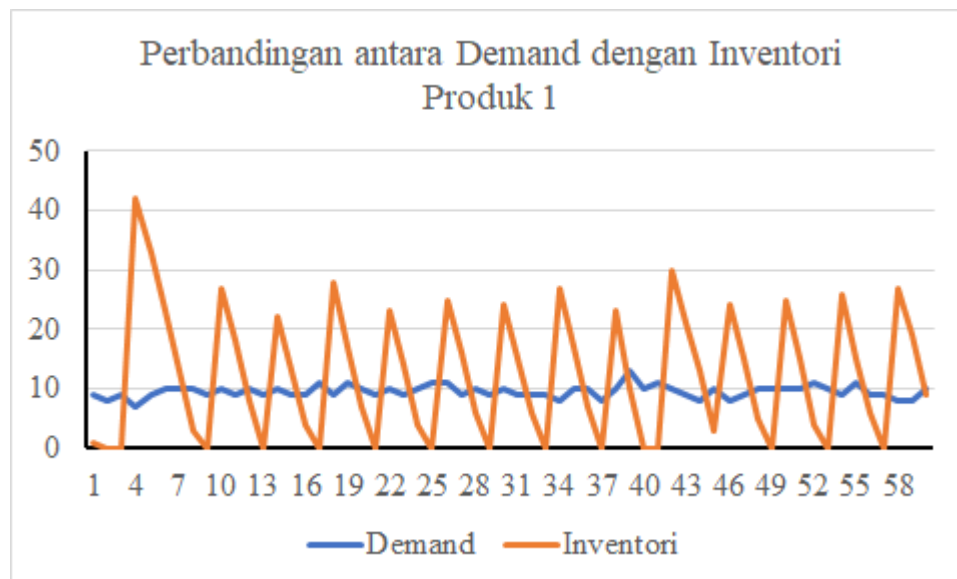
Gambar 5. 5Grafik inventori produk 5

Analisis dari grafik di atas adalah tidak ada inventori awal yang tinggi seperti produk 1, 3, dan 4. Pola inventori mengikuti permintaan dengan perubahan yang lebih halus, menunjukkan kecocokan antara stok dan kebutuhan. Solusi model bekerja optimal untuk produk 5 karena tidak ada fluktuasi besar dalam inventori.

Dari semua grafik di atas, maka dapat dilihat bahwa pergerakan inventori sesuai dengan teori inventori, bahwa setelah menerima pesanan, maka inventori akan naik dan kemudian turun mengikuti waktu untuk memenuhi permintaan. Tidak ada nilai inventori yang di bawah 0, yang menunjukkan bahwa model optimasi yang dibangun dapat merepresentasikan sistem nyatanya yaitu sistem inventori dengan kasus *lost sales*. Selain itu, inventori cenderung menunjukkan nilai yang stabil di setiap periode simulasi. Kecuali pada Produk 1, Produk 3 dan Produk 4, inventori pada awal periode menunjukkan nilai yang cukup tinggi. Ini disebabkan karena pengaruh dari inventori awal yang ditentukan oleh perusahaan tanpa menggunakan model optimasi yang diusulkan.

5. 2 Analisis Kenormalan Solusi Model Optimasi

Kenormalan solusi yang didapat akan dianalisis dengan membandingkan pergerakan inventori dengan nilai permintaan hasil simulasi. Suatu sistem inventori akan menghasilkan kenormalan solusi apabila pergerakan inventori tidak jauh dari nilai permintaannya. Ini menunjukkan bahwa solusi yang dihasilkan akan mampu mengantisipasi permintaan namun dengan jumlah inventori yang tidak terlalu tinggi. Gambar 5.6 sampai dengan Gambar 5.10 berikut menunjukkan perbandingan antara inventori dengan permintaan setiap unit produk.



Gambar 5. 6 Grafik perbandingan inventori dengan permintaan produk 1

Analisis dari grafik di atas:

Rumus :

$$I_0 = 10$$

Lead Time = 3 hari.

$$r = 22$$

$$I_{\max} = 50$$

Inventory $\leq r$, = order

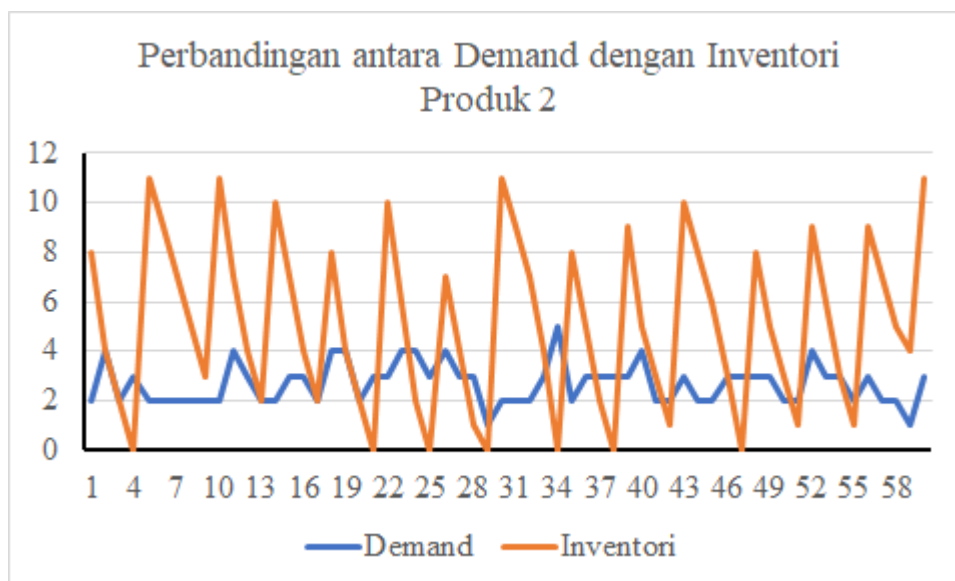
Order Received = $I_{\max}$ – Inventory minimum

$I_0 - \text{Demand} = \text{Inventory}$, Inventory $< r$ = order, Order = lead time, Order Received = $I_{\max} - \text{Inventory Minimum}$.

Tabel 5.1 Produk 1

I0=10	LT=3	r=3	IMax=50		
t	Demand	Inv	Lost	Order	Order Received
1	9	1	0	1	0
2	8	0	7	0	0
3	9	0	9	0	0
4	7	42	0	0	49
5	9	33	0	0	0

Demand cenderung stabil, grafik permintaan menunjukkan fluktuasi yang kecil dengan nilai relatif konstan di sepanjang waktu. Inventori memiliki fluktuasi tinggi, grafik inventori menunjukkan siklus yang tajam, dengan stok yang terus-menerus naik dan turun secara drastis. Pola stok (*inventory*) naik dan turun menunjukkan adanya strategi pengisian ulang stok yang tidak mempertimbangkan stabilitas permintaan. Inventori sering kali mendekati angka nol sebelum diisi ulang, yang menunjukkan terjadinya kekurangan stok (*stockout*)



Gambar 5. 7 Grafik perbandingan inventori dengan permintaan produk 2

Analisis dari grafik di atas:

Rumus :

$$I_0 = 10$$

Lead Time = 3 hari.

$$R = 7$$

$$I_{\max} = 17$$

Inventory $\leq r$, = order

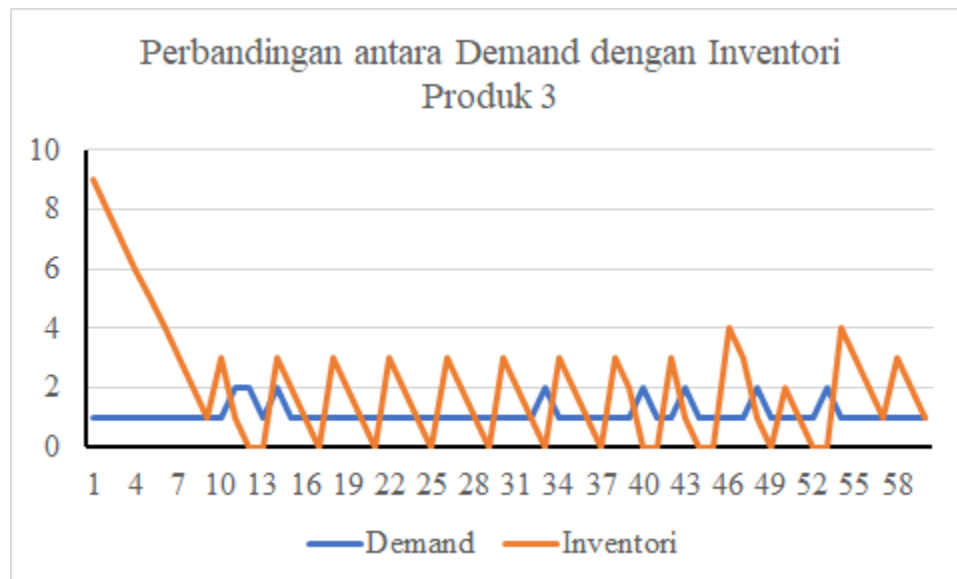
Order Received = $I_{\max}$ – Inventory minimum

$I_0 - \text{Demand} = \text{Inventory}$, Inventory $< r$ = order, Order = lead time, Order Received = $I_{\max} - \text{Inventory Minimum}$.

Tabel 5.2 Produk 2

T	Demand	Inv	Lost	Order
1	2	8	0	0
2	4	4	0	1
3	2	2	0	0
4	3	0	1	0
5	2	11	0	0

Demand cenderung stabil, grafik permintaan menunjukkan fluktuasi yang kecil dengan nilai relatif konstan di sepanjang waktu. Inventori memiliki fluktuasi tinggi, grafik inventori menunjukkan siklus yang tajam, dengan stok yang terus-menerus naik dan turun secara drastis. Pola stok (*inventory*) naik dan turun menunjukkan adanya strategi pengisian ulang stok yang tidak mempertimbangkan stabilitas permintaan. Inventori sering kali mendekati angka nol sebelum diisi ulang, yang menunjukkan terjadinya kekurangan stok (*stockout*).



Gambar 5. 8 Grafik perbandingan inventori dengan permintaan produk 3

Analisis dari grafik di atas:

Rumus :

$$I_0 = 10$$

Lead Time = 3 hari.

$$R = 3$$

$$I_{\max} = 6$$

Inventory $\leq r$, = order

Order Received = $I_{\max}$ – Inventory minimum

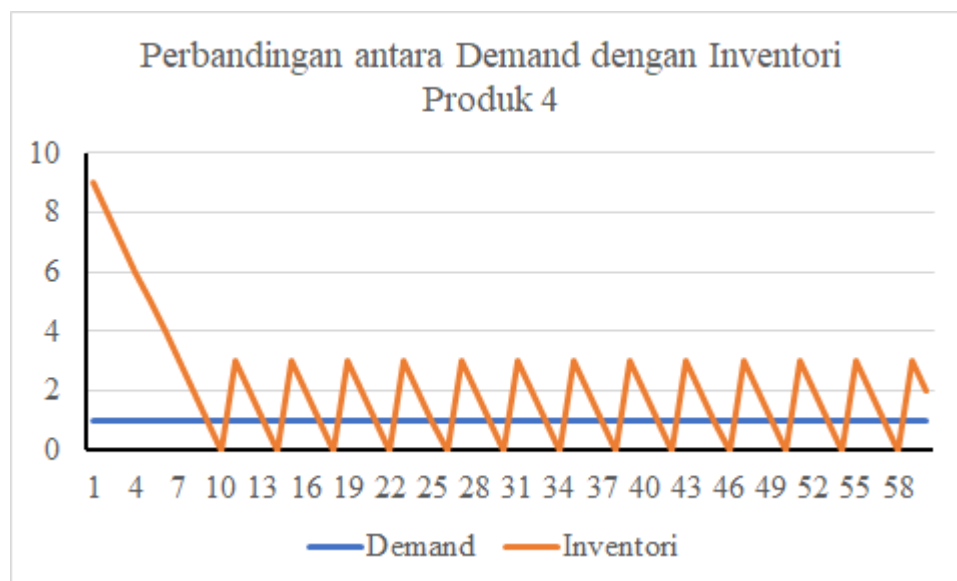
$I_0 - \text{Demand} = \text{Inventory}$, Inventory $< r$ = order, Order = lead time, Order Received = $I_{\max} - \text{Inventory Minimum}$.

Tabel 5.3 Produk 3

T	Demand	Inv	Lost	Order
1	1	9	0	0
2	1	8	0	0
3	1	7	0	0
4	1	6	0	0
5	1	5	0	0

Demand cenderung stabil, grafik permintaan menunjukkan fluktuasi yang kecil dengan nilai relatif konstan di sepanjang waktu. Inventori memiliki fluktuasi tinggi, grafik inventori menunjukkan siklus cenderung stabil, dengan stok yang terus-menerus naik dan turun secara konstan.

Pola stok (*inventory*) naik dan turun menunjukkan adanya strategi pengisian ulang stok yang tidak mempertimbangkan stabilitas permintaan. Inventori sering kali mendekati angka nol sebelum diisi ulang, yang menunjukkan terjadinya kekurangan stok (*stockout*). Pada hari ke 12 – 13, terjadinya *stock 0*, *stock* tersebut seharusnya dipesan pada hari ke -10 karena *inventory* minimum $\leq r$, tetapi tidak dapat dilakukan pemesanan disebabkan pada hari ke 10 baru melakukan *Receive Order*, sehingga perusahaan memesan dihari ke 11 dan *stock* baru diterima pada hari ke- 14 dikarenakan *lead time* sebesar 3 hari.



Gambar 5. 9 Grafik perbandingan inventori dengan permintaan produk 4

Analisis dari grafik di atas:

Rumus :

$$I_0 = 10$$

Lead Time = 3 hari.

$$R = 2$$

$$I_{\max} = 6$$

Inventory $\leq r$, = order

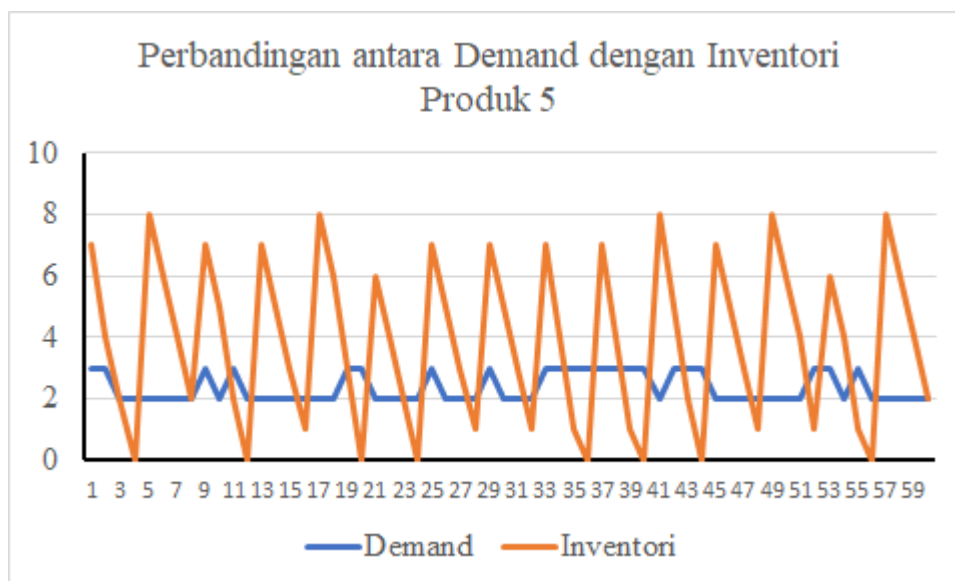
Order Received = $I_{\max}$ – Inventory minimum

$I_0 - \text{Demand} = \text{Inventory}$, Inventory $< r$ = order, Order = lead time, Order Received = $I_{\max} - \text{Inventory Minimum}$.

Tabel 5.4 produk 4

T	Demand	Inv	Lost	Order
1	1	9	0	0
2	1	8	0	0
3	1	7	0	0
4	1	6	0	0
5	1	5	0	0

Inventori awal cukup tinggi, menyebabkan perbedaan mencolok dengan permintaan di awal simulasi. Setelah beberapa periode, inventori stabil dan cenderung mengikuti pola permintaan. Terdapat *stock* 0 pada hari tertentu dikarenakan titik pesan ulang (r) yang terlalu rendah sehingga pada saat *lead time* selama 3 hari, terdapat satu hari yang terdapat *stock* 0 pada hari ke 3 setelah melakukan order.



Gambar 5. 10 Grafik perbandingan inventori dengan permintaan produk 5

Analisis dari grafik di atas:

Rumus :

$$I_0 = 10$$

Lead Time = 3 hari.

$$R = 6$$

$$I_{\max} = 14$$

Inventory $\leq r$, = order

Order Received = $I_{\max}$ – Inventory minimum

$I_0 - \text{Demand} = \text{Inventory}$, Inventory $< r$ = order, Order = lead time, Order Received = $I_{\max}$ – Inventory Minimum.

Tabel 5.5 Produk 5

T	Demand	Inv	Lost	Order
1	3	7	0	0
2	3	4	0	1
3	2	2	0	0
4	2	0	0	0
5	2	8	0	0

Demand cenderung stabil, grafik permintaan menunjukkan fluktuasi yang kecil dengan nilai relatif konstan di sepanjang waktu. Inventori memiliki fluktuasi tinggi, grafik inventori menunjukkan siklus yang tajam, dengan stok yang terus-menerus naik dan turun secara drastis.

Pola stok (*inventory*) naik dan turun menunjukkan adanya strategi pengisian ulang stok yang tidak mempertimbangkan stabilitas permintaan. Inventori sering kali mendekati angka nol sebelum diisi ulang, yang menunjukkan terjadinya kekurangan stok (*stockout*).

Dari grafik perbandingan antara permintaan dan pergerakan inventori untuk semua produk terlihat bahwa pergerakan inventori tidak terlalu jauh dari fluktuasi permintaan. Pada kasus ini, pergerakan inventori cenderung lebih tinggi dari permintaan karena biaya kehilangan persediaan dari produk yang diteliti jauh lebih tinggi dari biaya simpan per unit produk, sehingga solusi model cenderung melebihi jumlah inventori untuk mengantisipasi kerugian yang lebih besar dari adanya kekurangan persediaan (*stock out*).

5.3 Analisis Penghematan Biaya Inventori

5.1.1 langkah Menggunakan Solver

Solver di *Excel* adalah alat untuk menyelesaikan masalah optimasi, seperti memaksimalkan keuntungan atau meminimalkan biaya. Contohnya:

1. Fungsi Objektif:

- *Maximizing Profit*: Memaksimalkan profit total berdasarkan pembeli.
- *Minimizing Cost*: Minimalkan total biaya pemesanan dan penyimpanan

2. Variabel Keputusan:

- Jumlah barang yang dipesan untuk setiap pembeli
- Kapasitas penyimpanan atau volume pesanan

3. Batasan (*Constraints*)

- Kapasitas penyimpanan maksimum
- Permintaan minimum atau batasan jumlah barang yang harus dipenuhi

5.1.2 Langkah Algoritma Optimasi

Jika masalah menjadi terlalu kompleks untuk *Solver*, algoritma optimasi seperti *Linear Programming* (LP), *Dynamic Programming*, atau *Genetic Algorithm* (GA) dapat digunakan. Misalnya:

- *Liner Programming*: untuk masalah *Linier*, seperti meminimalkan biaya.
- *Genetic Algorithm*: untuk mencari solusi optimal dalam masalah yang sangat kompleks

Langkah berikutnya:

- Saya akan membersihkan data merestrukturisasi data

- Setelah data rapi, bisa menetapkan tujuan optimasi, fungsi objektif, variabel keputusan dan batasan
- Jika sudah jelas, akan membantu membuat model *Solver* atau *Algoritma Optimasi*

Kesimpulan Perbandingan

4. *Solver*: Cocok untuk melasah matematis yang diformulasikan dengan jelas. Cepat untuk skala kecil atau menengah.
5. *Algoritma Optimasi*: Cocok untuk masalah terstruktur hingga semi-terstruktur, sering digunakan untuk mengembangkan solusi *inocatif*

Metode perbandingan

1. Metode *Heuristik*: Cocok untuk masalah besar dan kompleks yang membutuhkan solusi cepat tanpa memerlukan optimalitas
2. Pembelajaran Mesin: Cocok untuk analisis berbasis data besar, menangkap pola kompleks dan menghasilkan prediksi.

Saat ini, perusahaan menerapkan kebijakan pengendalian persediaannya yaitu minimum stok adalah 5 unit ($r = 5$), dan melakukan pemesanan sampai mencapai 30 unit untuk setiap jenis produk ($R = 30$). Apabila kebijakan itu disubstitusikan pada model penghitungan total biaya, maka didapat hasil seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5. 6 Nilai setiap variabel keputusan dan total biaya dengan kebijakan saat ini

Produk	r	R	Total Biaya
Produk 1	5	30	6.442.000
Produk 2	5	30	2.163.000
Produk 3	5	30	2.045.000
Produk 4	5	30	2.013.000
Produk 5	5	30	1.959.000

Total biaya inventori dengan kebijakan di atas adalah sebesar 14.622.000,-, ini berarti penghematan biaya yang dapat dilakukan dengan menggunakan usulan solusi dari model optimasi ini adalah sebesar $\frac{(14622000-8249000)}{14622000} \times 100\% = 43.56\%$.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

- a. Model pengendalian inventori yang merupakan penggabungan antara sistem Q dan sistem P dibuat berdasarkan variabel keputusan yang ada di sistem Q yaitu (Q dan r) yang digabung dengan variabel keputusan yang di sistem P yaitu (T dan R). Kemudian dilakukan analisis untuk menentukan variabel yang tidak relevan dengan kasus yang diteliti. Dalam penelitian ini, perusahaan yang diteliti akan melakukan pengawasan terhadap persediaan setiap saat, sehingga variabel T dalam sistem P dapat diabaikan. Kemudian, terdapat batasan jumlah unit produk yang dapat disimpan di perusahaan, maka jumlah pemesanan produk ke pemasok harus dibatasi tidak boleh melebihi kapasitas maksimum penyimpanan produknya. Sehingga, variabel Q dalam sistem Q dapat diabaikan. Sehingga, dalam penelitian ini variabel keputusan yang digunakan adalah (r dan R).
- b. Penghematan biaya dari hasil optimasi sistem persediaan perusahaan adalah setinggi 43.56% atau sebanyak Rp. 6.373.000,- selama periode simulasi.

6.2 Saran

Pada masa ini, perilaku konsumsi masyarakat Indonesia sudah bergeser melalui toko *online*. Ini berdampak pada beban kurir pengantaran produk menjadi semakin bertambah dan mengakibatkan waktu pengiriman yang tidak menentu. Sehingga, saran untuk penelitian selanjutnya adalah dengan mempertimbangkan waktu anjang (*lead time*) yang probabilistik. Hal itu akan sangat relevan dengan keadaan sekarang sehingga memberikan solusi yang lebih mendekati kenyataannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, W., Leonidas, D., & Fayaqun, R. (2023). Penerapan Metode Economic Order Quantity (EOQ) Probabilistik dalam Pengendalian Persediaan Beras Perum Bulog Kantor Cabang Solok. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 26653–26666.
- Haobenu, S. E., Nyoko, A. E. L., Molidya, A., & Fanggidae, R. E. (2021). Perencanaan Persediaan Bahan Baku pada UMK Tiga Bersaudara Kota Kupang dengan Metode Economic Order Quantity (EOQ). *Reviu Akuntansi, Manajemen, Dan Bisnis*, 1(2), 61–75. <https://doi.org/10.35912/rambis.v1i2.653>
- Ifada, Z. I., & Donoriyanto, D. S. (2023). Analisa Pengendalian Persediaan Material Aluminium Ingot Menggunakan Metode Continuous Review System (Q) dan Periodic Review System (P) di PT XYZ. *Ekonomis: Journal of Economics and Business*, 7(2), 1049. <https://doi.org/10.33087/ekonomis.v7i2.1292>
- Kholil, M. (2022). *Inventory Control of Vegetable Oil Products Using Continuous Review System (Q) Approach and Periodic Review System (P) Methods in Retail Companies: A Case Study of Indonesia. International Journal of Scientific and Academic Research*, 02(04), 11–16. <https://doi.org/10.54756/ij sar.2022.v2.i4.2>
- Kurniawan, S., Saragih, M. H., & Angelina, V. (2022). *Inventory Control Analysis with Continous Review System and Periodic Review System Methods at PT. XYZ. Business Economic, Communication, and Social Sciences (BECOSS) Journal*, 4(2), 97–109. <https://doi.org/10.21512/becossjournal.v4i2.8143>
- Lukita, K. C. (2016). *PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU CUP 120 ml MENGGUNAKAN METODE EOQ, POQ, DAN MIN-MAX PADA PERUM JASA TIRTA I MALANG*.
- Mahsan, F. M., & Hidayat, N. P. A. (2022). Sistem Pengendalian Bahan Baku dengan Metode Q dan P di CV. X. *Jurnal Riset Teknik Industri*, 179–186. <https://doi.org/10.29313/jrti.v2i2.1414>
- Maulana, L., & Setyorini, R. (2013). Perencanaan Kebutuhan Bahan Baku Produk Windlass Dengan Menggunakan Metode Lot Sizing Pada Pt Pindad (Persero). *Jurnal Riset Manajemen*, 53(9), 1689–1699.
- Nuffus, N. Z., & Waluyowati, N. P. (2021). Perencanaan Persediaan Bahan Baku Kain dengan Sistem Q (Continuous Review System) dan Sistem P (Periodic Review System). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa FEB Universitas Brawijaya*, 9(2), 1–18.
- Palupi, P. M., Korawijayanti, L., & Handoyono, R. (2018). Penerapan Metode Economic Order Quantity (EOQ) Untuk Meningkatkan Efisiensi Biaya Persediaan Bahan Baku (Studi Kasus pada PT Nusamulti Centralestari). *Jurnal Unimus*, 1, 426–435.
- Parkhan, A., Djati Widodo, I., & Fausa, E. (2023). *Raw Material Inventory Control on Probabilistic Demand and Lead Time Using Continuous Review System managing inventory management in monitoring and determining the timing of orders in a continuous inventory system, the Continuous Review System can be used in deterministic and*. 4(2), 62–68.
- Purnama, D. H. D., & Pulansari, F. (2020). *PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN BAHAN BAKU PRODUKSI KERUPUK DENGAN METODE MRP UNTUK MEMINIMUMKAN BIAYA PERSEDIAAN BAHAN BAKU DI UD. XYZ*. 01(04), 49–57.

- Pratiwi, A. I., Fariza, A. N., & Yusup, R. A. (2020). Evaluasi Persediaan Bahan Baku Dengan Menggunakan Pendekatan Metode Continuous Review System Dan Periodic Review System. *Opsi*, 13(2), 120. <https://doi.org/10.31315/opsi.v13i2.4137>
- Priska, L., Rahmawati, S., & Safitri, W. (2022). *Rancang Bangun Sistem Informasi Inventory Obat Pada Puskesmas Tanjung Beringin Menggunakan Metode Economic Order Quantity (EOQ) Berbasis Web*. 7(1), 10–11. <https://doi.org/10.37034/senatkom.v7i11.5>
- Romadhoni, M. (2021). Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metode Sistem Q dan Metode Sistem P di Industri Rumah Tangga Tempe Leo. *Jurnal Ilmiah Sinteks*, 10(2), 20–28.
- Setiawan, I., Rasul, R., & Rusman, M. (2023). Analysis of Product Inventory Control using Continuous Review System Q Method and Periodic Review System P Method to Minimize Inventory Costs. *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI)*, 10(01), 47. <https://doi.org/10.25124/jrsi.v10i01.622>
- Sundah N., M., Jan, A. H., & Karuntu, M. M. (2019). Penerapan Economic Order Quantity (EOQ) Pada PT. Woloan Permai Perkasa. *Jurnal EMBA*, 7(4), 4661–4670.
- Sulaiman, F., & Nanda. (2015). PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU DENGAN MENGGUNAKAN METODE EOQ PADA UD. ADI MABEL. *Teknovasi*, 02(1), 1–11.
- Tannady, H., & Pratama, Y. D. (2019). ANALISIS PERENCANAAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU MENGGUNAKAN METODE ECONOMIC ORDER QUANTITY DENGAN PERTIMBANGAN STOCKOUT COST (Studi Kasus Pada PT. Multi Logam Presisi). *Spektrum Industri*, 17(2), 93. <https://doi.org/10.12928/si.v17i2.13944>
- Usman, A., Nur Qalbi, M., Latifah Nurdin, N., & Damayanti, E. (2023). A Systematic Literature Review: Analysis of Cost Control Methods on Inventory (Case Study in Indonesia). *International Journal of Economic Social and Technology*, 2(1), 57–65.
- Velayati, E., Karunia, R. L., & Sutrisno, E. (2024). Spare parts for fisheries surveillance vessels inventory management in Ministry of Marine Affairs and Fisheries. *Indonesian Journal of Multidisciplinary Science*, 3(8). <https://doi.org/10.55324/ijoms.v3i8.89>.

LAMPIRAN

Lampiran merupakan kelengkapan yang mendukung pelaksanaan penelitian memuat tabel kelengkapan untuk memperjelas perhitungan pada penelitian ini.

Pada lampiran penelitian ini :

1. Simulasi sistem gabungan P dan Q
2. Perhitungan kebijakan sekarang

1. Simulasi sistem gabungan P dan Q

Product 1									R
I0	10		r	22		TC	4693000		
Leadtime	3		IMa	50			4693000		
			x						
t	Demand	Inv	Lost	Order	Order Received	Inv. Cost	Lost Cost	Order Cost	
1	9	1	0	1	0	2000	0	169000	
2	8	0	7	0	0	0	140000	0	
3	9	0	9	0	0	0	180000	0	
4	7	42	0	0	49	84000	0	0	
5	9	33	0	0	0	66000	0	0	
6	10	23	0	0	0	46000	0	0	
7	10	13	0	1	0	26000	0	130000	
8	10	3	0	0	0	6000	0	0	
9	9	0	6	0	0	0	120000	0	
10	10	27	0	0	37	54000	0	0	
11	9	18	0	1	0	36000	0	104000	
12	10	8	0	0	0	16000	0	0	
13	9	0	1	0	0	0	20000	0	
14	10	22	0	0	32	44000	0	0	
15	9	13	0	1	0	26000	0	130000	
16	9	4	0	0	0	8000	0	0	
17	11	0	7	0	0	0	140000	0	
18	9	28	0	0	37	56000	0	0	
19	11	17	0	1	0	34000	0	117000	
20	10	7	0	0	0	14000	0	0	
21	9	0	2	0	0	0	40000	0	
22	10	23	0	0	33	46000	0	0	
23	9	14	0	1	0	28000	0	117000	
24	10	4	0	0	0	8000	0	0	
25	11	0	7	0	0	0	140000	0	
26	11	25	0	0	36	50000	0	0	
27	9	16	0	1	0	32000	0	117000	
28	10	6	0	0	0	12000	0	0	
29	9	0	3	0	0	0	60000	0	
30	10	24	0	0	34	48000	0	0	
31	9	15	0	1	0	30000	0	117000	
32	9	6	0	0	0	12000	0	0	
33	9	0	3	0	0	0	60000	0	
34	8	27	0	0	35	54000	0	0	
35	10	17	0	1	0	34000	0	117000	
36	10	7	0	0	0	14000	0	0	
37	8	0	1	0	0	0	20000	0	
38	10	23	0	0	33	46000	0	0	
39	13	10	0	1	0	20000	0	130000	
40	10	0	0	0	0	0	0	0	
41	11	0	11	0	0	0	220000	0	
42	10	30	0	0	40	60000	0	0	
43	9	21	0	1	0	42000	0	104000	
44	8	13	0	0	0	26000	0	0	
45	10	3	0	0	0	6000	0	0	
46	8	24	0	0	29	48000	0	0	
47	9	15	0	1	0	30000	0	117000	
48	10	5	0	0	0	10000	0	0	
49	10	0	5	0	0	0	100000	0	
50	10	25	0	0	35	50000	0	0	
51	10	15	0	1	0	30000	0	117000	
52	11	4	0	0	0	8000	0	0	
53	10	0	6	0	0	0	120000	0	
54	9	26	0	0	35	52000	0	0	
55	11	15	0	1	0	30000	0	117000	
56	9	6	0	0	0	12000	0	0	
57	9	0	3	0	0	0	60000	0	
58	8	27	0	0	35	54000	0	0	
59	8	19	0	1	0	38000	0	104000	
60	10	9	0	0	0	18000	0	0	
					Total	1466000	1420000	1807000	

Product 2									
10	10		r	7		TC	1316000		
Leadtime	3		IMa	17			1342000		
			x						
t	Demand	Inv	Lost	Order	Order Received	Inv. Cost	Lost Cost	Order Cost	
1	2	8	0	0	0	16000	0	0	
2	4	4	0	1	0	8000	0	52000	
3	2	2	0	0	0	4000	0	0	
4	3	0	1	0	0	0	25000	0	
5	2	11	0	0	13	22000	0	0	
6	2	9	0	0	0	18000	0	0	
7	2	7	0	1	0	14000	0	39000	
8	2	5	0	0	0	10000	0	0	
9	2	3	0	0	0	6000	0	0	
10	2	11	0	0	10	22000	0	0	
11	4	7	0	1	0	14000	0	39000	
12	3	4	0	0	0	8000	0	0	
13	2	2	0	0	0	4000	0	0	
14	2	10	0	0	10	20000	0	0	
15	3	7	0	1	0	14000	0	39000	
16	3	4	0	0	0	8000	0	0	
17	2	2	0	0	0	4000	0	0	
18	4	8	0	0	10	16000	0	0	
19	4	4	0	1	0	8000	0	52000	
20	2	2	0	0	0	4000	0	0	
21	3	0	1	0	0	0	25000	0	
22	3	10	0	0	13	20000	0	0	
23	4	6	0	1	0	12000	0	39000	
24	4	2	0	0	0	4000	0	0	
25	3	0	1	0	0	0	25000	0	
26	4	7	0	0	11	14000	0	0	
27	3	4	0	1	0	8000	0	52000	
28	3	1	0	0	0	2000	0	0	
29	1	0	0	0	0	0	0	0	
30	2	11	0	0	13	22000	0	0	
31	2	9	0	0	0	18000	0	0	
32	2	7	0	1	0	14000	0	39000	
33	3	4	0	0	0	8000	0	0	
34	5	0	1	0	0	0	25000	0	
35	2	8	0	0	10	16000	0	0	
36	3	5	0	1	0	10000	0	39000	
37	3	2	0	0	0	4000	0	0	
38	3	0	1	0	0	0	25000	0	
39	3	9	0	0	12	18000	0	0	
40	4	5	0	1	0	10000	0	39000	
41	2	3	0	0	0	6000	0	0	
42	2	1	0	0	0	2000	0	0	
43	3	10	0	0	12	20000	0	0	
44	2	8	0	0	0	16000	0	0	
45	2	6	0	1	0	12000	0	39000	
46	3	3	0	0	0	6000	0	0	
47	3	0	0	0	0	0	0	0	
48	3	8	0	0	11	16000	0	0	
49	3	5	0	1	0	10000	0	39000	
50	2	3	0	0	0	6000	0	0	
51	2	1	0	0	0	2000	0	0	
52	4	9	0	0	12	18000	0	0	
53	3	6	0	1	0	12000	0	39000	
54	3	3	0	0	0	6000	0	0	
55	2	1	0	0	0	2000	0	0	
56	3	9	0	0	11	18000	0	0	
57	2	7	0	1	0	14000	0	39000	
58	2	5	0	0	0	10000	0	0	
59	1	4	0	0	0	8000	0	0	
60	3	11	0	0	10	22000	0	0	
					Total	606000	125000	585000	

Product 3									
10	10		r	3		TC	673000		
Leadtime	3		IMa x	6			673000		
t	Demand	Inv	Lost	Order	Order Received	Inv. Cost	Lost Cost	Order Cost	
1	1	9	0	0	0	18000	0	0	
2	1	8	0	0	0	16000	0	0	
3	1	7	0	0	0	14000	0	0	
4	1	6	0	0	0	12000	0	0	
5	1	5	0	0	0	10000	0	0	
6	1	4	0	0	0	8000	0	0	
7	1	3	0	1	0	6000	0	13000	
8	1	2	0	0	0	4000	0	0	
9	1	1	0	0	0	2000	0	0	
10	1	3	0	0	3	6000	0	0	
11	2	1	0	1	0	2000	0	26000	
12	2	0	1	0	0	0	30000	0	
13	1	0	1	0	0	0	30000	0	
14	2	3	0	0	5	6000	0	0	
15	1	2	0	1	0	4000	0	13000	
16	1	1	0	0	0	2000	0	0	
17	1	0	0	0	0	0	0	0	
18	1	3	0	0	4	6000	0	0	
19	1	2	0	1	0	4000	0	13000	
20	1	1	0	0	0	2000	0	0	
21	1	0	0	0	0	0	0	0	
22	1	3	0	0	4	6000	0	0	
23	1	2	0	1	0	4000	0	13000	
24	1	1	0	0	0	2000	0	0	
25	1	0	0	0	0	0	0	0	
26	1	3	0	0	4	6000	0	0	
27	1	2	0	1	0	4000	0	13000	
28	1	1	0	0	0	2000	0	0	
29	1	0	0	0	0	0	0	0	
30	1	3	0	0	4	6000	0	0	
31	1	2	0	1	0	4000	0	13000	
32	1	1	0	0	0	2000	0	0	
33	2	0	1	0	0	0	30000	0	
34	1	3	0	0	4	6000	0	0	
35	1	2	0	1	0	4000	0	13000	
36	1	1	0	0	0	2000	0	0	
37	1	0	0	0	0	0	0	0	
38	1	3	0	0	4	6000	0	0	
39	1	2	0	1	0	4000	0	13000	
40	2	0	0	0	0	0	0	0	
41	1	0	1	0	0	0	30000	0	
42	1	3	0	0	4	6000	0	0	
43	2	1	0	1	0	2000	0	26000	
44	1	0	0	0	0	0	0	0	
45	1	0	1	0	0	0	30000	0	
46	1	4	0	0	5	8000	0	0	
47	1	3	0	1	0	6000	0	13000	
48	2	1	0	0	0	2000	0	0	
49	1	0	0	0	0	0	0	0	
50	1	2	0	0	3	4000	0	0	
51	1	1	0	1	0	2000	0	26000	
52	1	0	0	0	0	0	0	0	
53	2	0	2	0	0	0	60000	0	
54	1	4	0	0	5	8000	0	0	
55	1	3	0	1	0	6000	0	13000	
56	1	2	0	0	0	4000	0	0	
57	1	1	0	0	0	2000	0	0	
58	1	3	0	0	3	6000	0	0	
59	1	2	0	1	0	4000	0	13000	
60	1	1	0	0	0	2000	0	0	
					Total	242000	210000	221000	

Product 4									
IO	10		r	2		TC	426000		
Leadtime	3		IMa	6			426000		
			x						
t	Demand	Inv	Lost	Order	Order Received	Inv. Cost	Lost Cost	Order Cost	
1	1	9	0	0	0	18000	0	0	
2	1	8	0	0	0	16000	0	0	
3	1	7	0	0	0	14000	0	0	
4	1	6	0	0	0	12000	0	0	
5	1	5	0	0	0	10000	0	0	
6	1	4	0	0	0	8000	0	0	
7	1	3	0	0	0	6000	0	0	
8	1	2	0	1	0	4000	0	13000	
9	1	1	0	0	0	2000	0	0	
10	1	0	0	0	0	0	0	0	
11	1	3	0	0	4	6000	0	0	
12	1	2	0	1	0	4000	0	13000	
13	1	1	0	0	0	2000	0	0	
14	1	0	0	0	0	0	0	0	
15	1	3	0	0	4	6000	0	0	
16	1	2	0	1	0	4000	0	13000	
17	1	1	0	0	0	2000	0	0	
18	1	0	0	0	0	0	0	0	
19	1	3	0	0	4	6000	0	0	
20	1	2	0	1	0	4000	0	13000	
21	1	1	0	0	0	2000	0	0	
22	1	0	0	0	0	0	0	0	
23	1	3	0	0	4	6000	0	0	
24	1	2	0	1	0	4000	0	13000	
25	1	1	0	0	0	2000	0	0	
26	1	0	0	0	0	0	0	0	
27	1	3	0	0	4	6000	0	0	
28	1	2	0	1	0	4000	0	13000	
29	1	1	0	0	0	2000	0	0	
30	1	0	0	0	0	0	0	0	
31	1	3	0	0	4	6000	0	0	
32	1	2	0	1	0	4000	0	13000	
33	1	1	0	0	0	2000	0	0	
34	1	0	0	0	0	0	0	0	
35	1	3	0	0	4	6000	0	0	
36	1	2	0	1	0	4000	0	13000	
37	1	1	0	0	0	2000	0	0	
38	1	0	0	0	0	0	0	0	
39	1	3	0	0	4	6000	0	0	
40	1	2	0	1	0	4000	0	13000	
41	1	1	0	0	0	2000	0	0	
42	1	0	0	0	0	0	0	0	
43	1	3	0	0	4	6000	0	0	
44	1	2	0	1	0	4000	0	13000	
45	1	1	0	0	0	2000	0	0	
46	1	0	0	0	0	0	0	0	
47	1	3	0	0	4	6000	0	0	
48	1	2	0	1	0	4000	0	13000	
49	1	1	0	0	0	2000	0	0	
50	1	0	0	0	0	0	0	0	
51	1	3	0	0	4	6000	0	0	
52	1	2	0	1	0	4000	0	13000	
53	1	1	0	0	0	2000	0	0	
54	1	0	0	0	0	0	0	0	
55	1	3	0	0	4	6000	0	0	
56	1	2	0	1	0	4000	0	13000	
57	1	1	0	0	0	2000	0	0	
58	1	0	0	0	0	0	0	0	
59	1	3	0	0	4	6000	0	0	
60	1	2	0	1	0	4000	0	13000	
					Total	244000	0	182000	

Product 5									
10	10		r	6		TC	1141000		
Leadtime	3		IMa	14			1152000		
			x						
t	Demand	Inv	Lost	Order	Order Received	Inv. Cost	Lost Cost	Order Cost	
1	3	7	0	0	0	14000	0	0	
2	3	4	0	1	0	8000	0	39000	
3	2	2	0	0	0	4000	0	0	
4	2	0	0	0	0	0	0	0	
5	2	8	0	0	10	16000	0	0	
6	2	6	0	1	0	12000	0	26000	
7	2	4	0	0	0	8000	0	0	
8	2	2	0	0	0	4000	0	0	
9	3	7	0	0	8	14000	0	0	
10	2	5	0	1	0	10000	0	39000	
11	3	2	0	0	0	4000	0	0	
12	2	0	0	0	0	0	0	0	
13	2	7	0	0	9	14000	0	0	
14	2	5	0	1	0	10000	0	39000	
15	2	3	0	0	0	6000	0	0	
16	2	1	0	0	0	2000	0	0	
17	2	8	0	0	9	16000	0	0	
18	2	6	0	1	0	12000	0	26000	
19	3	3	0	0	0	6000	0	0	
20	3	0	0	0	0	0	0	0	
21	2	6	0	0	8	12000	0	0	
22	2	4	0	1	0	8000	0	39000	
23	2	2	0	0	0	4000	0	0	
24	2	0	0	0	0	0	0	0	
25	3	7	0	0	10	14000	0	0	
26	2	5	0	1	0	10000	0	39000	
27	2	3	0	0	0	6000	0	0	
28	2	1	0	0	0	2000	0	0	
29	3	7	0	0	9	14000	0	0	
30	2	5	0	1	0	10000	0	39000	
31	2	3	0	0	0	6000	0	0	
32	2	1	0	0	0	2000	0	0	
33	3	7	0	0	9	14000	0	0	
34	3	4	0	1	0	8000	0	39000	
35	3	1	0	0	0	2000	0	0	
36	3	0	2	0	0	0	50000	0	
37	3	7	0	0	10	14000	0	0	
38	3	4	0	1	0	8000	0	39000	
39	3	1	0	0	0	2000	0	0	
40	3	0	2	0	0	0	50000	0	
41	2	8	0	0	10	16000	0	0	
42	3	5	0	1	0	10000	0	39000	
43	3	2	0	0	0	4000	0	0	
44	3	0	1	0	0	0	25000	0	
45	2	7	0	0	9	14000	0	0	
46	2	5	0	1	0	10000	0	39000	
47	2	3	0	0	0	6000	0	0	
48	2	1	0	0	0	2000	0	0	
49	2	8	0	0	9	16000	0	0	
50	2	6	0	1	0	12000	0	26000	
51	2	4	0	0	0	8000	0	0	
52	3	1	0	0	0	2000	0	0	
53	3	6	0	0	8	12000	0	0	
54	2	4	0	1	0	8000	0	39000	
55	3	1	0	0	0	2000	0	0	
56	2	0	1	0	0	0	25000	0	
57	2	8	0	0	10	16000	0	0	
58	2	6	0	1	0	12000	0	26000	
59	2	4	0	0	0	8000	0	0	
60	2	2	0	0	0	4000	0	0	
					Total	458000	150000	533000	

2. Perhitungan kebijakan sekarang

Product 1								R
I0	10		r	5		TC	6442000	
Leadtime	3		IMax	30			4693000	
t	Demand	Inv	Lost	Order	Order Received	Inv. Cost	Lost Cost	Order Cost
1	9	1	0	1	0	2000	0	104000
2	8	0	7	0	0	0	140000	0
3	9	0	9	0	0	0	180000	0
4	7	22	0	0	29	44000	0	0
5	9	13	0	0	0	26000	0	0
6	10	3	0	1	0	6000	0	91000
7	10	0	7	0	0	0	140000	0
8	10	0	10	0	0	0	200000	0
9	9	18	0	0	27	36000	0	0
10	10	8	0	0	0	16000	0	0
11	9	0	1	1	0	0	20000	104000
12	10	0	10	0	0	0	200000	0
13	9	0	9	0	0	0	180000	0
14	10	20	0	0	30	40000	0	0
15	9	11	0	0	0	22000	0	0
16	9	2	0	1	0	4000	0	91000
17	11	0	9	0	0	0	180000	0
18	9	0	9	0	0	0	180000	0
19	11	17	0	0	28	34000	0	0
20	10	7	0	0	0	14000	0	0
21	9	0	2	1	0	0	40000	104000
22	10	0	10	0	0	0	200000	0
23	9	0	9	0	0	0	180000	0
24	10	20	0	0	30	40000	0	0
25	11	9	0	0	0	18000	0	0
26	11	0	2	1	0	0	40000	104000
27	9	0	9	0	0	0	180000	0
28	10	0	10	0	0	0	200000	0
29	9	21	0	0	30	42000	0	0
30	10	11	0	0	0	22000	0	0
31	9	2	0	1	0	4000	0	91000
32	9	0	7	0	0	0	140000	0
33	9	0	9	0	0	0	180000	0
34	8	20	0	0	28	40000	0	0
35	10	10	0	0	0	20000	0	0
36	10	0	0	1	0	0	0	104000
37	8	0	8	0	0	0	160000	0
38	10	0	10	0	0	0	200000	0
39	13	17	0	0	30	34000	0	0
40	10	7	0	0	0	14000	0	0
41	11	0	4	1	0	0	80000	104000
42	10	0	10	0	0	0	200000	0
43	9	0	9	0	0	0	180000	0
44	8	22	0	0	30	44000	0	0
45	10	12	0	0	0	24000	0	0
46	8	4	0	1	0	8000	0	91000
47	9	0	9	0	0	0	100000	0
48	10	0	10	0	0	0	200000	0
49	10	16	0	0	26	32000	0	0
50	10	6	0	0	0	12000	0	0
51	10	0	4	1	0	0	80000	104000
52	11	0	11	0	0	0	220000	0
53	10	0	10	0	0	0	200000	0
54	9	21	0	0	30	42000	0	0
55	11	10	0	0	0	20000	0	0
56	9	1	0	1	0	2000	0	104000
57	9	0	9	0	0	0	160000	0
58	8	0	8	0	0	0	160000	0
59	8	21	0	0	29	42000	0	0
60	10	11	0	0	0	22000	0	0
				Total		726000	4520000	1196000

Product 2								
I0	10		r	5	TC	2163000		
Leadtime	3		IMa	30		1342000		
			x					
t	Demand	Inv	Lost	Order	Order Received	Inv. Cost	Lost Cost	Order Cost
1	2	8	0	0	0	16000	0	0
2	4	4	0	1	0	8000	0	91000
3	2	2	0	0	0	4000	0	0
4	3	0	1	0	0	0	25000	0
5	2	24	0	0	26	48000	0	0
6	2	22	0	0	0	44000	0	0
7	2	20	0	0	0	40000	0	0
8	2	18	0	0	0	36000	0	0
9	2	16	0	0	0	32000	0	0
10	2	14	0	0	0	28000	0	0
11	4	10	0	0	0	20000	0	0
12	3	7	0	0	0	14000	0	0
13	2	5	0	1	0	10000	0	91000
14	2	3	0	0	0	6000	0	0
15	3	0	0	0	0	0	0	0
16	3	22	0	0	25	44000	0	0
17	2	20	0	0	0	40000	0	0
18	4	16	0	0	0	32000	0	0
19	4	12	0	0	0	24000	0	0
20	2	10	0	0	0	20000	0	0
21	3	7	0	0	0	14000	0	0
22	3	4	0	1	0	8000	0	91000
23	4	0	0	0	0	0	0	0
24	4	0	4	0	0	0	100000	0
25	3	23	0	0	26	46000	0	0
26	4	19	0	0	0	38000	0	0
27	3	16	0	0	0	32000	0	0
28	3	13	0	0	0	26000	0	0
29	1	12	0	0	0	24000	0	0
30	2	10	0	0	0	20000	0	0
31	2	8	0	0	0	16000	0	0
32	2	6	0	0	0	12000	0	0
33	3	3	0	1	0	6000	0	91000
34	5	0	2	0	0	0	50000	0
35	2	0	2	0	0	0	50000	0
36	3	24	0	0	27	48000	0	0
37	3	21	0	0	0	42000	0	0
38	3	18	0	0	0	36000	0	0
39	3	15	0	0	0	30000	0	0
40	4	11	0	0	0	22000	0	0
41	2	9	0	0	0	18000	0	0
42	2	7	0	0	0	14000	0	0
43	3	4	0	1	0	8000	0	91000
44	2	2	0	0	0	4000	0	0
45	2	0	0	0	0	0	0	0
46	3	23	0	0	26	46000	0	0
47	3	20	0	0	0	40000	0	0
48	3	17	0	0	0	34000	0	0
49	3	14	0	0	0	28000	0	0
50	2	12	0	0	0	24000	0	0
51	2	10	0	0	0	20000	0	0
52	4	6	0	0	0	12000	0	0
53	3	3	0	1	0	6000	0	91000
54	3	0	0	0	0	0	0	0
55	2	0	2	0	0	0	50000	0
56	3	24	0	0	27	48000	0	0
57	2	22	0	0	0	44000	0	0
58	2	20	0	0	0	40000	0	0
59	1	19	0	0	0	38000	0	0
60	3	16	0	0	0	32000	0	0
				Total		1342000	275000	546000

Product 3								
I0	10		r	5	TC	2045000		
Leadtime	3		IMa	30		673000		
			x					
t	Demand	Inv	Lost	Order	Order Received	Inv. Cost	Lost Cost	Order Cost
1	1	9	0	0	0	18000	0	0
2	1	8	0	0	0	16000	0	0
3	1	7	0	0	0	14000	0	0
4	1	6	0	0	0	12000	0	0
5	1	5	0	1	0	10000	0	91000
6	1	4	0	0	0	8000	0	0
7	1	3	0	0	0	6000	0	0
8	1	27	0	0	25	54000	0	0
9	1	26	0	0	0	52000	0	0
10	1	25	0	0	0	50000	0	0
11	2	23	0	0	0	46000	0	0
12	2	21	0	0	0	42000	0	0
13	1	20	0	0	0	40000	0	0
14	2	18	0	0	0	36000	0	0
15	1	17	0	0	0	34000	0	0
16	1	16	0	0	0	32000	0	0
17	1	15	0	0	0	30000	0	0
18	1	14	0	0	0	28000	0	0
19	1	13	0	0	0	26000	0	0
20	1	12	0	0	0	24000	0	0
21	1	11	0	0	0	22000	0	0
22	1	10	0	0	0	20000	0	0
23	1	9	0	0	0	18000	0	0
24	1	8	0	0	0	16000	0	0
25	1	7	0	0	0	14000	0	0
26	1	6	0	0	0	12000	0	0
27	1	5	0	1	0	10000	0	91000
28	1	4	0	0	0	8000	0	0
29	1	3	0	0	0	6000	0	0
30	1	27	0	0	25	54000	0	0
31	1	26	0	0	0	52000	0	0
32	1	25	0	0	0	50000	0	0
33	2	23	0	0	0	46000	0	0
34	1	22	0	0	0	44000	0	0
35	1	21	0	0	0	42000	0	0
36	1	20	0	0	0	40000	0	0
37	1	19	0	0	0	38000	0	0
38	1	18	0	0	0	36000	0	0
39	1	17	0	0	0	34000	0	0
40	2	15	0	0	0	30000	0	0
41	1	14	0	0	0	28000	0	0
42	1	13	0	0	0	26000	0	0
43	2	11	0	0	0	22000	0	0
44	1	10	0	0	0	20000	0	0
45	1	9	0	0	0	18000	0	0
46	1	8	0	0	0	16000	0	0
47	1	7	0	0	0	14000	0	0
48	2	5	0	1	0	10000	0	91000
49	1	4	0	0	0	8000	0	0
50	1	3	0	0	0	6000	0	0
51	1	27	0	0	25	54000	0	0
52	1	26	0	0	0	52000	0	0
53	2	24	0	0	0	48000	0	0
54	1	23	0	0	0	46000	0	0
55	1	22	0	0	0	44000	0	0
56	1	21	0	0	0	42000	0	0
57	1	20	0	0	0	40000	0	0
58	1	19	0	0	0	38000	0	0
59	1	18	0	0	0	36000	0	0
60	1	17	0	0	0	34000	0	0
				Total		1772000	0	273000

Product 4									
I0	10		r	5		TC	2013000		
Leadtime	3		IMa	30			426000		
			x						
t	Demand	Inv	Lost	Order	Order Received	Inv. Cost	Lost Cost	Order Cost	
1	1	9	0	0	0	18000	0	0	
2	1	8	0	0	0	16000	0	0	
3	1	7	0	0	0	14000	0	0	
4	1	6	0	0	0	12000	0	0	
5	1	5	0	1	0	10000	0	91000	
6	1	4	0	0	0	8000	0	0	
7	1	3	0	0	0	6000	0	0	
8	1	27	0	0	25	54000	0	0	
9	1	26	0	0	0	52000	0	0	
10	1	25	0	0	0	50000	0	0	
11	1	24	0	0	0	48000	0	0	
12	1	23	0	0	0	46000	0	0	
13	1	22	0	0	0	44000	0	0	
14	1	21	0	0	0	42000	0	0	
15	1	20	0	0	0	40000	0	0	
16	1	19	0	0	0	38000	0	0	
17	1	18	0	0	0	36000	0	0	
18	1	17	0	0	0	34000	0	0	
19	1	16	0	0	0	32000	0	0	
20	1	15	0	0	0	30000	0	0	
21	1	14	0	0	0	28000	0	0	
22	1	13	0	0	0	26000	0	0	
23	1	12	0	0	0	24000	0	0	
24	1	11	0	0	0	22000	0	0	
25	1	10	0	0	0	20000	0	0	
26	1	9	0	0	0	18000	0	0	
27	1	8	0	0	0	16000	0	0	
28	1	7	0	0	0	14000	0	0	
29	1	6	0	0	0	12000	0	0	
30	1	5	0	1	0	10000	0	91000	
31	1	4	0	0	0	8000	0	0	
32	1	3	0	0	0	6000	0	0	
33	1	27	0	0	25	54000	0	0	
34	1	26	0	0	0	52000	0	0	
35	1	25	0	0	0	50000	0	0	
36	1	24	0	0	0	48000	0	0	
37	1	23	0	0	0	46000	0	0	
38	1	22	0	0	0	44000	0	0	
39	1	21	0	0	0	42000	0	0	
40	1	20	0	0	0	40000	0	0	
41	1	19	0	0	0	38000	0	0	
42	1	18	0	0	0	36000	0	0	
43	1	17	0	0	0	34000	0	0	
44	1	16	0	0	0	32000	0	0	
45	1	15	0	0	0	30000	0	0	
46	1	14	0	0	0	28000	0	0	
47	1	13	0	0	0	26000	0	0	
48	1	12	0	0	0	24000	0	0	
49	1	11	0	0	0	22000	0	0	
50	1	10	0	0	0	20000	0	0	
51	1	9	0	0	0	18000	0	0	
52	1	8	0	0	0	16000	0	0	
53	1	7	0	0	0	14000	0	0	
54	1	6	0	0	0	12000	0	0	
55	1	5	0	1	0	10000	0	91000	
56	1	4	0	0	0	8000	0	0	
57	1	3	0	0	0	6000	0	0	
58	1	27	0	0	25	54000	0	0	
59	1	26	0	0	0	52000	0	0	
60	1	25	0	0	0	50000	0	0	
					Total	1740000	0	273000	

Product 5									
I0	10		r		5	TC	1959000		
Leadtime	3		IMa		30		1152000		
			x						
t	Demand	Inv	Lost	Order	Order Received	Inv. Cost	Lost Cost	Order Cost	
1	3	7	0	0	0	14000	0	0	
2	3	4	0	1	0	8000	0	91000	
3	2	2	0	0	0	4000	0	0	
4	2	0	0	0	0	0	0	0	
5	2	24	0	0	26	48000	0	0	
6	2	22	0	0	0	44000	0	0	
7	2	20	0	0	0	40000	0	0	
8	2	18	0	0	0	36000	0	0	
9	3	15	0	0	0	30000	0	0	
10	2	13	0	0	0	26000	0	0	
11	3	10	0	0	0	20000	0	0	
12	2	8	0	0	0	16000	0	0	
13	2	6	0	0	0	12000	0	0	
14	2	4	0	1	0	8000	0	91000	
15	2	2	0	0	0	4000	0	0	
16	2	0	0	0	0	0	0	0	
17	2	24	0	0	26	48000	0	0	
18	2	22	0	0	0	44000	0	0	
19	3	19	0	0	0	38000	0	0	
20	3	16	0	0	0	32000	0	0	
21	2	14	0	0	0	28000	0	0	
22	2	12	0	0	0	24000	0	0	
23	2	10	0	0	0	20000	0	0	
24	2	8	0	0	0	16000	0	0	
25	3	5	0	1	0	10000	0	91000	
26	2	3	0	0	0	6000	0	0	
27	2	1	0	0	0	2000	0	0	
28	2	24	0	0	25	48000	0	0	
29	3	21	0	0	0	42000	0	0	
30	2	19	0	0	0	38000	0	0	
31	2	17	0	0	0	34000	0	0	
32	2	15	0	0	0	30000	0	0	
33	3	12	0	0	0	24000	0	0	
34	3	9	0	0	0	18000	0	0	
35	3	6	0	0	0	12000	0	0	
36	3	3	0	1	0	6000	0	91000	
37	3	0	0	0	0	0	0	0	
38	3	0	0	0	0	0	75000	0	
39	3	24	0	0	27	48000	0	0	
40	3	21	0	0	0	42000	0	0	
41	2	19	0	0	0	38000	0	0	
42	3	16	0	0	0	32000	0	0	
43	3	13	0	0	0	26000	0	0	
44	3	10	0	0	0	20000	0	0	
45	2	8	0	0	0	16000	0	0	
46	2	6	0	0	0	12000	0	0	
47	2	4	0	1	0	8000	0	91000	
48	2	2	0	0	0	4000	0	0	
49	2	0	0	0	0	0	0	0	
50	2	24	0	0	26	48000	0	0	
51	2	22	0	0	0	44000	0	0	
52	3	19	0	0	0	38000	0	0	
53	3	16	0	0	0	32000	0	0	
54	2	14	0	0	0	28000	0	0	
55	3	11	0	0	0	22000	0	0	
56	2	9	0	0	0	18000	0	0	
57	2	7	0	0	0	14000	0	0	
58	2	5	0	1	0	10000	0	91000	
59	2	3	0	0	0	6000	0	0	
60	2	1	0	0	0	2000	0	0	
					Total	1338000	75000	546000	